

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт природных ресурсов
Направление подготовки 05.03.01 Геология
Кафедра геоэкологии и геохимии

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

| Тема работы |
|---|
| Геохимические особенности лежалых золошлаков золоотвала №2 Северской ТЭЦ УДК <u>669.21:662.613.1:621.311.22(571.16)</u> |

Студент

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|---------------------------|---------|------|
| 2Л31 | Леднева Наталия Андреевна | | |

Руководитель

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------|------|
| Старший преподаватель | Иванов Андрей Юрьевич | . | | |

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|--------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------|------|
| Старший преподаватель | Кочеткова Ольга Петровна | — | | |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|------------------------------|---------------------------|---------|------|
| Ассистент | Кырмакова Ольга Сергеевна | - | | |

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

| Зав. кафедрой | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|---------------|----------------------------|---------------------------|---------|------|
| Профессор | Языков Егор Григорьевич | Доктор г.-м.н. | | |

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт природных ресурсов
 Направление подготовки 05.03.01 Геология
 Кафедра геоэкологии и геохимии

УТВЕРЖДАЮ:
 Зав. кафедрой

 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

| Группа | ФИО |
|--------|----------------------------|
| 2Л31 | Ледневой Наталии Андреевне |

Тема работы:

Геохимические особенности лежалых золошлаков золоотвала №2 Северской ТЭЦ

Утверждена приказом директора (дата, номер)

01.03.2017, №1382/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

| | |
|--|---|
| <p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p> | <p>Отчет о результатах работ за 2012 – 2014 гг. по объекту «Поисково-оценочные работы на медь и золото на участке Бала-Урпек»</p> |
| <p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p> | <p>Изучение особенностей геологического строения и проект разведочных работ на комплексное Cu-Au оруденение северо-западной части проявления Бала-Урпек</p> |
| <p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p> | <p>Карта Схема отпробования золоотвала №2 г.Северск</p> |
| <p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p> | |
| <p align="center">Раздел</p> | <p align="center">Консультант</p> |
| <p align="center">Социальная ответственность</p> | <p align="center">Кырмакова О. С.</p> |

| | |
|---|----------------|
| Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | Кочеткова О.П. |
| Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках: | |
| Нет | |

| | |
|---|--|
| Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику | |
|---|--|

Задание выдал руководитель:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------------------|--------------|---------------------------|---------|------|
| Старший преподаватель | Иванов А. Ю. | | | |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|---------------|---------|------|
| 2Л31 | Леднева Н. А. | | |

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПРИ ИЗУЧЕНИЕ ГЕОХИМИЧЕСКИХ
ОСОБЕННОСТЕЙ ЛЕЖАЛЫХ ЗОЛОШЛАКОВ ЗОЛОТВАЛА №2 СЕВЕРСКОЙ
ТЭЦ»**

Студенту:

| | |
|---------------|----------------------------|
| Группа | ФИО |
| 2Л31 | Ледневой Наталии Андреевне |

| | | | |
|----------------------------|--------------------|----------------------------------|---------------------------|
| Институт | природных ресурсов | Кафедра | геоэкологии и геохимии |
| Уровень образования | бакалавриат | Направление/специальность | Геология |

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения

2 вида рабочих мест: лаборатории на базе кафедры ГЭГХ НИ ТПУ, учебная аудитория, оборудованная ПЭВМ:

- вредные факторы производственной среды (недостаточная освещенность рабочего помещения; нарушение микроклиматических параметров; превышение уровня шума и вибрации);
- опасные факторы производственной среды (электрический ток; пожароопасность и взрывоопасность; химическая опасность);

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность

1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:

- физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;
- действие фактора на организм человека;
- приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);
- предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)

- Описание источников возникновения вредных факторов производственной среды на двух этапах проведения работ;
- действие на организм человека;
- приведение допустимых норм воздействия в соответствии с ГОСТ и СанПиН;
- возможные средства защиты (коллективные и индивидуальные).

1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:

- механические опасности (источники, средства защиты);

- Описание источников возникновения опасных факторов производственной среды на двух этапах проведения работ;
- действие на организм человека;
- приведение допустимых норм

| | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) | <p>воздействия в соответствии с ГОСТ и СанПиН;</p> <p>- возможные средства защиты (коллективные и индивидуальные).</p> |
| <p>2.Экологическая безопасность</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. | Отсутствует |
| <p>3.Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий | Чрезвычайная ситуация при пожаре в учебной аудитории и меры её устранения. |
| <p>4.Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны | Отсутствует |

| | |
|--|--|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику | |
|--|--|

Задание выдал консультант:

| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
|-----------|----------------|------------------------|---------|------|
| Ассистент | Кырмакова О.С. | | | |

Задание принял к исполнению студент:

| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
|--------|---------------------------|---------|------|
| 2Л31 | Леднева Наталия Андреевна | | |

**«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

| | |
|---------------|----------------------------|
| Группа | ФИО |
| 2Л31 | Ледневой Наталии Андреевне |

| | | | |
|----------------------------|--------------------|----------------------------------|----------|
| Институт | Природных ресурсов | Кафедра | ГЭГХ |
| Уровень образования | Бакалавриат | Направление/специальность | Геология |

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

| | |
|---|---|
| 1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i> | 1. Литературные источники; 2. Методические указания по разработке раздела; 3. Сборник сметных норм ССН-93 выпуск 7 «Лабораторные исследования полезных ископаемых и горных работ» |
| 2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i> | |
| 3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i> | |

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

| | |
|---|---|
| 1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i> | 1. Расчет затрат времени и труда по видам работ 2. Нормы расхода материалов 3. Общий расчет сметной стоимости |
| 2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i> | |
| 3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i> | |

| | |
|---|--|
| Дата выдачи задания для раздела по линейному графику | |
|---|--|

Задание выдал консультант:

| | | | | |
|-----------------------|---------------|-------------------------------|----------------|-------------|
| Должность | ФИО | Ученая степень, звание | Подпись | Дата |
| Старший преподаватель | Кочеткова О.П | - | | |

Задание принял к исполнению студент:

| | | | |
|---------------|---------------------------|----------------|-------------|
| Группа | ФИО | Подпись | Дата |
| 2Л31 | Леднева Наталия Андреевна | | |

РЕФЕРАТ

Данная выпускная квалификационная работа содержит 64 страницы. Проиллюстрирована работа 12 рисунками и 13 таблицами. Работа насчитывает 33 источника литературы.

Ключевые слова: отходы, золоотвал, золошлаки (ЗШО), ТЭЦ.

Объектом исследований являются золошлаки золоотвала №2 Северской ТЭЦ Томской области.

Предметом исследования являлся химический и минеральный состав лежалых золошлаков.

Целью данной дипломной работы является изучение геохимических особенностей лежалых золошлаков золоотвала №2 Северской ТЭЦ посредством исследования химического и минерального состава проб и изучения подходов и методик комплексной переработки золошлаков.

Осенью 2015 г. на территории золоотвала №2 Северской ТЭЦ г. Северск отобраны и обработаны 91 проба золошлаков. Пробы проанализированы масс-спектрометрическим, рентгеноструктурным и рентгено-флуоресцентным методами, проведены электронно-микроскопические исследования вещественного состава.

Данные анализов обработаны в программе Microsoft Excel, построены геологические разрезы в программе Corel Draw X6 и произведена оценка запасов золошлаков золоотвала №2 Северской ТЭЦ методом геологических блоков.

Область применения: полученные результаты и фактические данные могут быть использованы для разработки комплексной переработки лежалых золошлаков для различных областей деятельности.

Экономическая значимость: в ближайшем будущем времени планируется комплексная переработка ЗШО золоотвала с целью извлечения попутных ценных компонентов и использования золошлаков в строительной индустрии.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- ЗШО — золошлаковые отходы
- ТЭЦ — тепловая электростанция
- АО «СХК» — акционерное общество «Сибирский химический комбинат»
- ЗАТО — закрытое административно-территориальное общество
- РФА — рентгено-флуоресцентный анализ
- РСА — рентгеноструктурный анализ
- ICP MS — масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой
- ОГБУ — областное государственное бюджетное учреждение
- УНИЛ — учебно-научная испытательская лаборатория
- ДВО РАН — Дальневосточное отделение Российской Академии Наук
- ГЭГХ — кафедра геоэкологии и геохимии
- НИ ТПУ — Национальный исследовательский Томский политехнический университет

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|----|
| ВВЕДЕНИЕ | 10 |
| 1 Комплексная переработка золошлаковых оходов ТЭЦ..... | 12 |
| 2 Административно-географическая и природно-климатическая характеристика г. Северска..... | 18 |
| 3 Характеристика объекта исследований..... | 27 |
| 4 Методика исследований..... | 28 |
| 4.1 Методика опробования..... | 28 |
| 4.2 Подготовка проб..... | 29 |
| 4.3 Методы анализов..... | 29 |
| 4.4 Результаты анализов..... | 31 |
| 5 Методика оценки запасов золошлаков золоотвала № 2 Северской ТЭЦ. | 38 |
| Глава 6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение | 42 |
| 6.1 Техничко-экономическое обосновании | 42 |
| 6.2 Расчет затрат времени на рентгеноструктурный анализ..... | 43 |
| 6.3 Перечень и нормы расхода материалов на рентгеноструктурный анализ..... | 45 |
| 6.4 Общая стоимость лабораторных анализов | 46 |
| Глава 7 социальная ответственность при изучении геохимических особенностей лежалых золошлаков золоотвала №2 Северской ТЭЦ..... | 48 |
| 7.1 Производственная безопасность..... | 48 |
| 7.1 Анализ опасных факторов и мероприятия по их устранению | 49 |
| 7.2 Экологическая безопасность..... | 55 |
| 7.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях..... | 55 |
| 7.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности... .. | 58 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 59 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ | 61 |

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. Сегодня возможности расширения эксплуатируемых золоотвалов практически исчерпаны, поэтому использования золы и шлака тепловых электростанций – это один из стратегически важных путей улучшения природной среды. Масса отходов золоотвала № 2 Северской ТЭЦ составляет 9 млн. тонн. Данную проблему необходимо решить с помощью комплексной переработки ЗШО. Золошлаки могут быть рассмотрены в качестве потенциального источника ценных компонентов и использоваться для производства силикатного кирпича, пеногазобетона и для дорожно-строительных работ.

Цель работы: изучение геохимических особенностей лежалых золошлаков золоотвала №2 Северской ТЭЦ (Томская область).

Задачи:

- исследование химического и минерального состава проб
- определение объемной массы золошлаков
- изучение подходов и методик комплексной переработки золошлаков

Объектом исследований является золошлаки золоотвала №2 Северской ТЭЦ Томской области.

Предметом исследования является минеральный и химический состав лежалых золошлаков.

Фактические материалы и методы исследования. Материал для работы получен осенью 2015 г. Всего на территории г. Северска отобрана 91 проба по сети 200 x200м. Отбор проб и последующая обработка выполнены в соответствии с нормативными документами и стандартами.

Определение минерального состава проб проводили в Международном инновационном образовательном центре «Урановая геология» на кафедре ГЭГХ ТПУ.

Результаты анализов были обработаны в программах Microsoft Excel, построение геологических разрезов с помощью программы Corel Draw X6.

Благодарности: Автор выражает глубокую признательность научному руководителю старшему преподавателю А.Ю. Иванову за помощь поддержку, наставление и ценные советы. За рекомендации автор выражает благодарность д.г.-м.н., проф. С.И. Арбузову. Также автор данной выпускной квалификационной работы благодарит консультанта — ассистента кафедры ГЭГХ ТПУ Ильенка С.С. и консультанта — аспиранта кафедры ГЭГХ ТПУ Д.Г. Усольцева за оказанную помощь в лабораторных исследованиях.

1 Комплексная переработка золошлаковых отходов ТЭЦ

Утилизация ЗШО теплоэлектростанций актуальна и занимает первое место среди главных проблем в основных угледобывающих странах мира. На сегодняшний день золошлаковые отходы ТЭЦ лишь на 10 % используются в различных отраслях производства, хотя потенциал их использования гораздо шире [32]. Следственно, эти золошлаковые отходы нуждаются в комплексной переработке.

В последнее время наиболее актуальны вопросы, связанные с ухудшением экологической ситуации не только в России, но и за ее пределами. Ежегодно российская энергетика производит около 27 млн тонн золошлаковых отходов. В России и мире образовалось огромное количество отходов (рис. 1), которые требуют большого внимания с целью переработки или утилизации для улучшения экологической обстановки в стране и комплексного решения производственных проблем с получением материалов и определенного вида сырья.

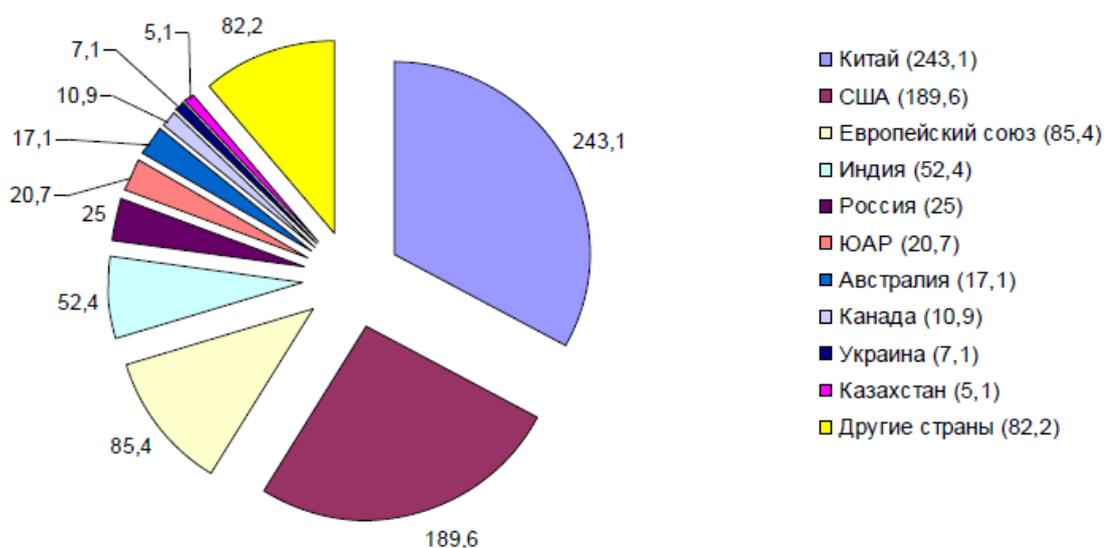


Рисунок 1— Производство золошлаковых отходов в мире в млн. т. за 2012 год [27]

В Российской Федерации ситуация с использованием золы не улучшается и, несмотря на принятый «Закон об отходах», объемы ее утилизации в последние годы значительно снизились [32].

Во многих странах мира доля угля в производстве электроэнергии значительно больше, чем в России, но, тем не менее, вопросом утилизации золы ТЭЦ уделяется должное внимание, степень ее использования для производства полезной продукции достаточно высокая, и в отдельных случаях достигает 100% (табл. 1).

Таблица 1. Степень утилизации золы ТЭЦ в основных угледобывающих странах [3].

| | |
|------------------|------------------|
| 1. Дания-100% | 6. США-38% |
| 2. Польша- 87,3% | 7. Австралия-34% |
| 3. Германия-75% | 8. ЮАР-30% |
| 4. Англия-65% | 9. Индия-26% |
| 5. Китай-65% | 10. Россия -10% |

В России на твердом топливе находится в эксплуатации 141 ТЭЦ [32]. Проблема полного использования золы ТЭЦ и ликвидация золошлакоотвалов вообще не ставилась в нашей стране. И хотя известны многочисленные примеры применения золы ТЭЦ в различных отраслях промышленности, они не привели пока к ее массовому использованию.

В России ЗШО сегодня перерабатывают в малых объемах: добавляют в цементы и в клинкер [22]. Совсем в небольших количествах делают зольные блоки: золу смешивают с цементом, все это прессуют. Где-то ее используют для отсыпки основания дорог. Но в «сыром» виде зола для дорог не подходит, начинает пылить.

Практически на всех ТЭЦ удаление золы и шлаков в намывные отвалы осуществляется гидравлическим способом. При этом такие системы гидразолоудаления и складирование шлака и золы порождают множество экологических и инженерно-технических проблем [3].

Тем не менее опыт зарубежных стран и научные разработки, выполненные в России, свидетельствуют о том, что золу практически любого угля можно полностью превратить в полезную продукцию, если правильно учитывать ее особенности как источника сырья.

Извлечение отдельных ценных продуктов не может решить главную задачу — полное использование золы и прекращения роста ЗШО.

Отходы золы составляют миллионы тонн, поэтому ее утилизация должна осуществляться в тех отраслях хозяйства, в которых есть большие и постоянные потребности в сырьевых ресурсах [3]. Зола и получаемые из нее продукты могут использоваться в различных направлениях. Самыми крупными ее потребителями могут стать строительная индустрия, производство стройматериалов и дорожное строительство. Использование золы для закладки пустых пространств подземных горных выработок имеет смысл только при близком расположении к ним ТЭЦ.

Основные направления переработки золошлакового материала представлены на рисунке 2 [22]. В строительной индустрии наиболее разработаны направления использования ЗШО в строительстве дамб, золоотвалов ТЭЦ и дорог, производство цемента, легких и тяжелых бетонов, шлакоблоков, добавки в бетоны, а также производство мягких кровельных и теплоизоляционных материалов [6].

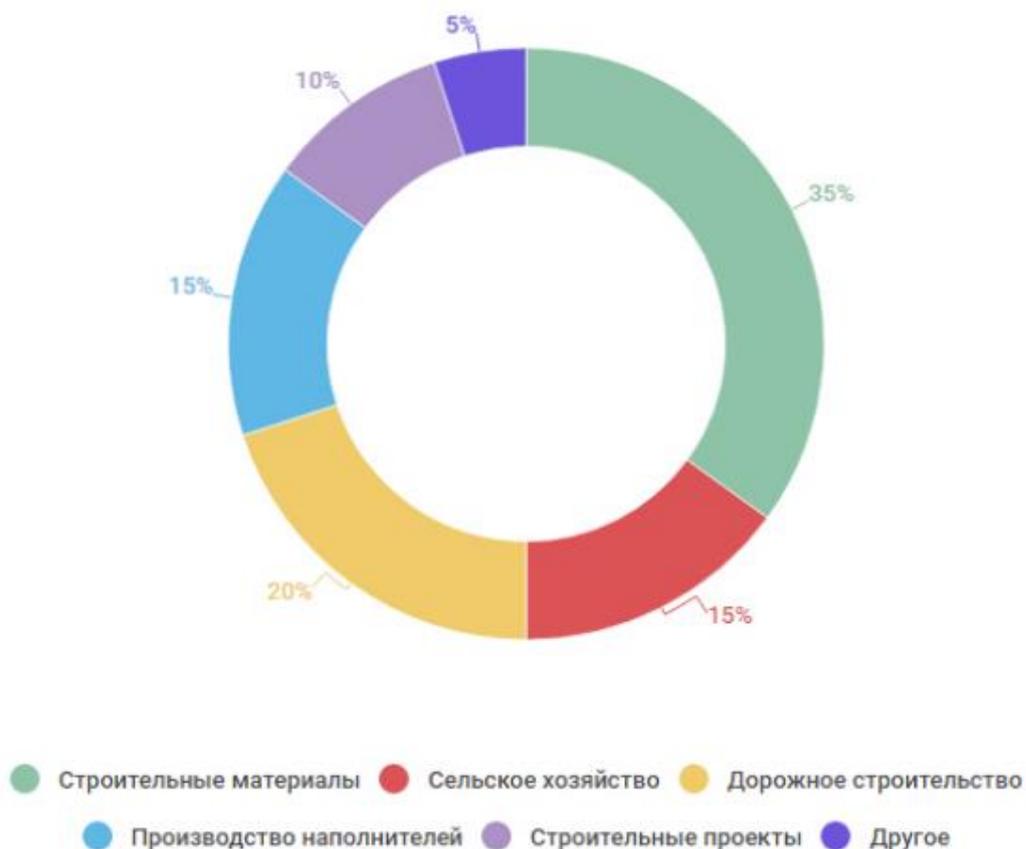


Рисунок 2 — Основные направления переработки ЗШО [22].

Полное использование золы становится возможным, если удалить из нее компоненты, лимитируемые техническим условиям, или получить концентраты, обогащённые отдельными минералами, или подшиковать золу некоторыми компонентами, необходимыми для дальнейшей ее переработки.

Всего в золах обнаружено более 150 минералов, из которых в наибольших количествах присутствуют кварц и его модификации, различные силикатные и алюмосиликатные стеклофазы, муллит, обожженное глинистое вещество, магнитные и немагнитные минералы железа [32]. В меньшем количестве присутствуют карбонаты, сульфаты, алюмосиликаты и другие минералы.

Переработка золошлаковых отходов должна начинаться с разделения золы и шлака. Шлак может использоваться отдельно (например, в дорожном строительстве или как наполнитель бетонов). Если такой возможности нет, то его необходимо размолоть и перерабатывать вместе с золой.

Золошлаковые отходы способны произвести настоящую революцию в строительной индустрии, в дорожном строительстве. ЗШМ обладают уникальными особенностями: низкой теплопроводностью, отличной плотностью [22]. Химический и минералогический состав зольных и шлаковых отходов прекрасно подходит для производства строительных материалов.

В золошлаках содержится добрая часть периодической таблицы: оксид кремния, алюминия, железа, редкоземельные металлы и так далее [22]. Одно из перспективных направлений переработки золошлаковых отходов — извлечение из них полезных металлов. Зола богата оксидом алюминия, ее можно рассматривать как потенциальный заменитель бокситов.

В нашей стране пока не работают направления переработки золы, металлургических шлаков, отходов обогащения угля, которые в остальном мире давно стали промышленным мейнстримом.

Нагрузка на федеральные трассы и региональные дороги с каждым годом растет, а дорожное покрытие у нас продолжают делать невысокого качества по консервативным методикам. Мировой опыт показывает, что современным требованиям в наибольшей степени отвечают цементобетонные покрытия. Стабильные транспортно-эксплуатационные показатели, высокая долговечность дают им преимущества перед покрытиями из асфальтобетонов.

При «мокром» золоудалении на ТЭЦ путем несложных технологических операций можно осуществить извлечение из золы полых алюмосиликатных микросфер [32]. Содержание этого своеобразного продукта в золе невелико (от 0,1 до 3,0 %), однако это дефицитный и довольно дорогой продукт, применяемый во многих передовых технологиях. С использованием микросфер можно создать экологически безвредный, совершенно негорючий теплоизоляционный материал и некоторые другие продукты.

Возможно перспективное направление переработки золы, предварительно подвергнутой химическому обогащению. Зола обрабатывается едкой щелочью, при этом получается щелочной силикатный раствор, содержащий от 100 до 180 г/л SiO_2 , и обогащённый глиноземом концентрат, содержащий от 38 до 42 %

Al_2O_3 и от 30 до 35 % SiO_2 . С помощью специальных приемов получен концентрат, содержащий от 50 до 55 % Al_2O_3 и от 27 до 30 % SiO_2 [32]. Щелочной силикатный раствор подвергается регенерации с получением белитового шлама и едкой щелочи, которая направляется в начало процесса для обработки золы. Глиноземный концентрат поступает на переработку по спектральной технологии, а белитовый шлам используется для производства цемента. Для повышения качества глиноземного сырья возможна комбинация этих методов.

Существуют и термические способы переработки выделенных из золы концентратов с получением ферросилиция или алюминиево-кремниевых сплавов [32].

Как следует из изложенного, возможности применения золы многообразны, и она может быть полностью использована для производства полезной продукции. Но, чтобы стать полноценным сырьем для различных отраслей промышленности, зола должна быть подвергнута некоторой предварительной переработке.

2 Административно-географическая и природно-климатическая характеристика г. Северска

Физико-географические условия района исследования. Исследуемая ТЭЦ находится в Северске — город в южной части Томской области с 1954 г. [31].

Город расположен к северо-западу от Томска, на правом берегу реки Томь (рис. 3). Основан Северск был в 1949 году. Сибирский химический комбинат является градообразующим предприятием, на котором впервые в Сибири был получен Уран.

На 1 января 2016 года население города составило 108134 человек. Площадь территории, ЗАТО Северск—48565 га.

Северск входит в Ассоциацию закрытых административно-территориальных образований атомной промышленности и является самым крупным из закрытых городов России [21].

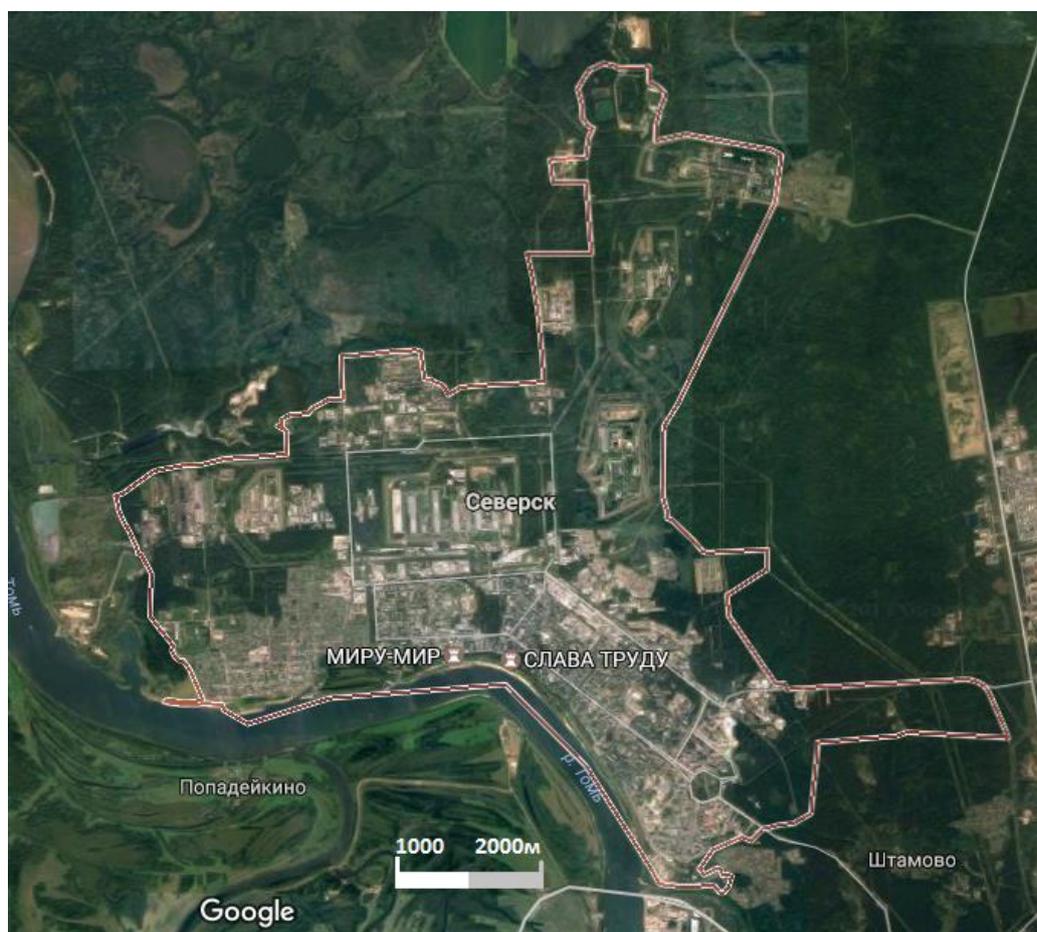


Рисунок 3 — Обзорная карта г. Северска [23]

Рельеф. В пределах рассматриваемой территории все формы рельефа развитые, сформировались в четвертичном периоде в результате деятельности речной сети под влиянием изменения климата, связанного с периодами оледенения и межледниковых эпох [28]. Современные геологические процессы и тектонические движения оказали немаловажное значение на формирование рельефа. Рельеф района сформирован сочетанием денудационных и аккумулятивных равнин. Город расположен на юго-востоке Западно-Сибирской равнины.

Климат. Климат данного района континентально-циклонический, характеризующийся очень суровой продолжительной зимой и коротким, иногда жарким, умеренно влажным летом. Среднегодовая температура $0,9^{\circ}\text{C}$, а годовая сумма осадков — 568 мм [24].

Климатические условия с повышенной влажностью от 70 до 90%, из-за болотистой местности.

Территория открыта со всех сторон, кроме юго-востока, поэтому сюда проникают воздушные массы Атлантики, Арктики и Средней Азии. Погода в пределах данного региона неустойчивая, так как воздушные массы переносятся в системе циклонов и антициклонов.

Зима в Северске очень холодная и продолжительная. Самый холодный месяц — январь, средняя температура которого составляет минус $17,1^{\circ}\text{C}$. С конца октября выпадают твердые осадки, появляется 10—ти см устойчивый снежный покров [25]. Для зимы в данном регионе характерны южные и юго-западные ветра. Конец зимы приходит на последние числа марта, начинается интенсивное снеготаяние.

В конце апреля наступает стремительная весна, начинает таять снег и окончание устойчивых морозов. В начале весны увеличивается повторяемость северных ветров и уменьшается — южных. Возвраты холодов характерны для весны, поэтому заморозки отмечаются в мае и начале июня.

Самый жаркий месяц лета — июль, средняя температура которого составляет плюс $18,7^{\circ}\text{C}$. Летом отмечается наибольшее количества осадков за

год. Июль — самый дождливый месяц года (75 мм). В течении лета преобладают северные и восточные ветра [25].

Осенью температура воздуха и почвы понижается, увеличивается относительная влажность воздуха. Преобладают южные и юго-западные ветра. После первых осенних заморозков в начале сентября наблюдается хорошая теплая погода.

Геологическое строение. Территория расположения АО «СХК» находится на стыке юго-восточной части Западно-Сибирской плиты и Колывань-Томской складчатой зоны. Район расположения находится в прикраевой части Западно-Сибирской низменности, на правом берегу р.Томь, в 30—40 км южнее от места её впадения в р.Обь [30]. Зона наблюдения АО «СХК» ограничена естественными границами: на юге — р. Большая Киргизка, на севере — р.Самуська, а на востоке — водораздельной линией бассейнов р. Томь и р. Чулым. Промплощадки предприятия располагаются в долине р.Томь (на второй и третьей ее террасах) и, частично, на коренном берегу. Отметки поверхности рельефа изменяются от 80 м в долине и до 195 м — на водоразделе. Земная поверхность имеет общий уклон в сторону рек. В геологическом разрезе района выделяются: 1) нижний структурный этаж, сложенный девон-каменноугольными отложениями Колывань-Томской складчатой зоны 2) верхний структурный этаж, объединяющий отложения меловой, палеогеновой и четвертичной систем.

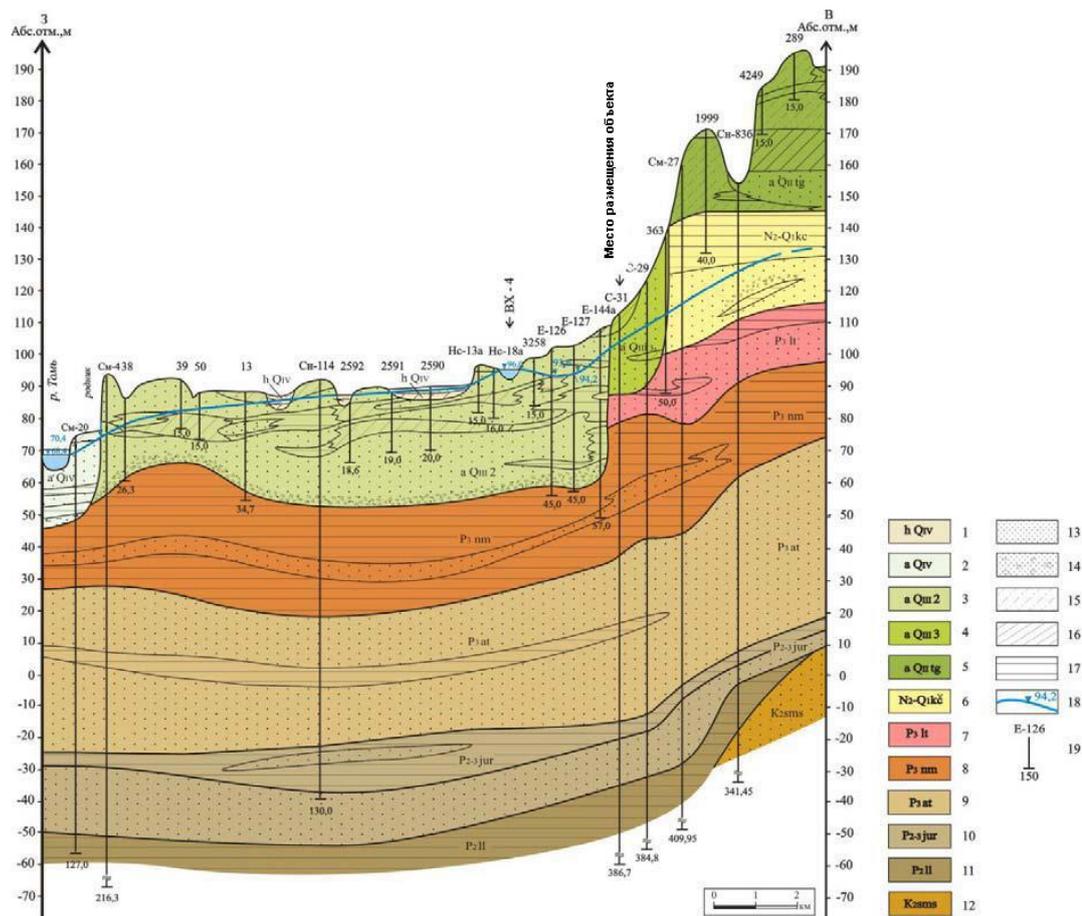
Четвертичные отложения представлены современными озерно-болотными отложениями (hQIV), аллювиальными отложениями низкой и высокой пойм р. Томь и её притоков (aQIV), аллювиальными отложениями первой надпойменной террасы притоков р. Томь (aQIII1'), аллювиальными отложениями второй надпойменной террасы притоков р. Томь (aQIII2'), аллювиальными отложениями второй надпойменной террасы р. Томь (aQIII2), аллювиальными отложениями третьей надпойменной террасы р. Томь (aQIII3), средне- четвертичными отложениями тайгинской свиты (QIIItg) [30]. Суммарная мощность четвертичных отложений в среднем составляет 30—40 м.

Представлены данные отложения глинами, торфами, песками, суглинками, супесями. Ниже, под породами тайгинской свиты, залегают неоген-нижнечетвертичные отложения кочковской свиты (N2–Q1к^с) мощностью от 5 до 30 м. Литологически породы представлены сверху глинами жирными, ниже – песками с гравием и галькой. Наибольшая глубина залегания свиты (68 м) установлена на севере района. Палеогеновые отложения представлены эоценовыми и олигоценными осадками. Отложения лагернотомской свиты (P3lt) залегают под породами неогеновой и четвертичной систем на глубине от 4,4 до 65 м, мощность данных отложений составляет 5—30 м. Представлены осадки свиты песками с прослоями глин. Отложения новомихайловской свиты (P3nm) залегают на глубинах от 12 до 90 м на отложениях атлымской свиты; перекрываются они отложениями лагернотомской свиты или отложениями четвертичной и неогеновой систем. Представлены глинами жирными с прослоями песков. Мощность свиты составляет 5-60 м.

Отложения юрковской свиты (P2-3iur) залегают на глинистых породах люлинворской свиты, либо на песках сымской свиты на глубинах от 31 до 182 м. Мощность отложений изменяется от 40 до 60 [30]. В составе свиты по литологическим признакам выделяются две пачки: верхняя — глинистая, нижняя — песчаная.

Особенности геологического строения показаны на геолого-гидрологическом разрезе, проходящем через выбранную площадку в направлении с запада на восток на рисунке 4.

В геоморфологическом отношении данный район находится на западном склоне Томь-Яйского водораздела (коренной берег р. Томь); с запада, на расстоянии в 800–2000 м от проектируемых объектов, отмечается примыкание третьей надпойменной террасы. Граница сочленения в рельефе выражена слабо.



Условные обозначения

1. Озерно-болотные отложения. 2. Аллювиальные отложения низкой и высокой пойм рек. 3. Аллювиальные отложения второй надпойменной террасы р. Томь. 4. Аллювиальные отложения третьей надпойменной террасы р. Томь. 5. Отложения тайгинской свиты. 6. Отложения кочковской свиты. 7. Отложения лагернотомской свиты. 8. Отложения новомихайловской свиты. 9. Отложения атлымской свиты. 10. Отложения юрковской свиты. 11. Отложения люлинворской свиты. 12. Отложения сымской свиты. 13. Песок. 14. Песок с гравием и галькой. 15. Супесь. 16. Суглинок. 17. Глина. 18. Уровень подземных вод водоносного комплекса олигоцен-четвертичных отложений на март 2012 года и его абсолютная отметка, м.

Рисунок 4 — Геолого-гидрологический разрез [30]

Гидрогеологическая характеристика. Реки Камышка и Самуська, в междуречье которых сформировался озерный комплекс в окрестностях п. Самусь, являются правыми притоками реки Томь и впадают в Кижировскую протоку [28]. Эти реки относятся к равнинному типу, который характеризуется смешанным снеговым, дождевым и грунтовым питанием. Их долины с узкими

и неглубокими сильно меандрирующими и заболоченными руслами имеют типичный облик таежных рек. По данным областной инспекции рыбоохраны площадь водосборного бассейна р. Самуськи составляет 5,05 тыс. га, р. Камышки – 6,50 тыс. га.

На междуречье р. Самуськи и р. Камышки находятся шесть озер. Одно озеро имеет искусственное происхождение и расположено по соседству с озером Мальцево [28].

Все озера в окрестностях п. Самусь приурочены к поверхности второй надпойменной террасы реки Томь. Большинство озер имеют округлую форму, что подтверждают небольшие различия в значениях максимальной ширины и длины акватории. Озера существенно различаются по своим размерам. Площадь водного зеркала варьируется в достаточно широком диапазоне – от 0,63 до 74,75 га.

Все озера тяготеют к понижениям рельефа, вблизи озер находится деревня Семиозерки, название которой указывает на некогда, вероятно, более широкое распространение озер в этой местности. Обилие округлых и вытянутых в направлении поверхностного стока заболоченных депрессий аналогичной морфологии свидетельствует о возможном естественном зарастании и заболачивании отдельных озер в недалеком прошлом.

Озера представляют единую гидрологическую систему, связанную естественным стоком в направлении гравитационного переноса [28]. В рельефе они располагаются ярусами. Господствующее положение занимает оз. Яково с абсолютными отметками уреза воды 87,2 м. Это озеро является первым накопителем воды, стекающей с поверхностным стоком с поверхности выше лежащих уровней второй надпойменной террасы реки Томь и склонов водораздельной равнины. Благодаря естественному дренажу оно подпитывает озера среднего уровня – Мальцево и Митрево.

Подземные воды на исследуемой территории приурочены к рыхлым отложениям мезозоя и кайнозоя. Условия залегания водоносных горизонтов и уровней грунтовых вод на междуречье рек Камышка и Самуська при

небольшой глубине озерных котловин сформировавшихся здесь озера указывают на небольшую роль в питании озер грунтовых вод. Большое значение для питания озер в этом районе имеют болотные воды. Болота, широко распространенные в тыловой части второй надпойменной террасы реки Томь, вплотную подступают к оз. Яково. На озерах среднего и нижнего яруса роль болотного питания ослаблена в результате антропогенного нарушения и сокращения, небольших по площади прилегающих болотных угодий. Все это говорит о необходимости организации рационального использования территории в окрестностях озер на междуречье рек Камышка и Самуська, включая неудобные для традиционного хозяйственного освоения болотные земли.

Растительность. На данной территории леса отнесены к лесорастительной зоне и категории равнинных лесов. Здесь представлены такие типы растительности, как зональные, аональные, коренные и производственные [28].

На склонах водораздельной равнины, на второй и третьей надпойменных террасах р. Томь обширные площади занимает производная растительность. Она представлена осиновыми и березовыми лесами. В этом районе осина является главной лесообразующей породой. Береза распространена в более сухих местоположениях.

Коренная южно-таежная растительность смещена в долины рек Самуська и Камышка. В древостое этих лесов главную роль играют пихта, ель, сосна и кедр. Темнохвойные леса в долине представлены заболоченными местами.

Луга относятся к производным типам растительности. Луга на данной территории считают третичными, потому что основная часть массивов возникла на месте вторичных мелколиственных лесов. Рядом с животноводческими комплексами и населенными пунктами сосредоточены более крупные массивы лугов, которые используются для пастьбы скота или сенокошения.

При пастбищной нагрузке из травостоя лесов и сенокосов в первую очередь выпадают малоустойчивые к вытаптыванию и крупнотравные виды разнотравья, быстро внедряются дерновинные злаки, разрастаются ядовитые и не поедаемые виды [28]. Видовой состав травостоя зависит от характера увлажнения. В хорошо увлажненных местах основу его составляют полевица гигантская, а сопутствуют ей мятлик болотный, щучка, овсяница луговая, чимерица, лисохвост ежа, подорожник большой, лапчатка гусиная, тысячелистник и другие растения. В сухих местообитаниях травостой формируется на основе мятлика лугового. Из сопутствующих видов наиболее обычны подорожник средний, тысячелистник, пырей, тимофеевка, клевер луговой, клевер ползучий, репейник, василек, тмин и другие растения.

Животный мир. Фауна Северска очень разнообразна. В пределах данной территории водится 46 видов млекопитающих. К ним относятся 6 отрядов и 11 семейств, это 74 % всех видов Томской области [28]. Наиболее полно представлены отряды Грызунов и Насекомоядных. Из отряда Грызунов такие семейства, как землеройковые, обыкновенные летучие мыши, мышиные и хомякообразные. Виды семейства куньих из отряда хищных. Такие семейства обитают на небольших по площади территориях, так как не отличаются крупными размерами. Так же в Северске замечены млекопитающие более крупных размеров, в частности, барсук, лисица, рысь и лось. В ранние годы наблюдались заходы россомахи, волка и медведя. Такой богатый видовой состав можно объяснить разнообразием природных условий.

На территории города отмечено 3 из 6 видов, внесенных в Красную книгу Томской области [28]. Это бурый ушан и водяная ночница (семейство «Обыкновенных летучих мышей») и сибирская белозубка (семейство «Землеройковые»).

В пределах данной особо охраняемой территории водится 284 видов птиц. Основная часть видов относится к отрядам Хищных, Гусеобразных, Воробьиных и Сов. На долю этих отрядов приходится 239 видов. По характеру обитания фауна птиц данной территории делится на 4 группы: Гнездящиеся—

214 (75%), Пролетные—42 (15%), Зимующие—4 (1%) и Залетные—24 (9%) [28].

Птицы, находящиеся на данной территории связаны с водно-болотными системами и лесными ландшафтами. На выделенной территории отмечены 34 из 41 видов, которые внесены в Красную книгу области. Здесь установлено пребывание 15 из 18 видов Красной книги России. 9 видов относятся к «гнездящимся», 5 к «пролетным» и 1 вид — «зимующим». Черный аист, беркут, орлан-белохвост, скоп и филин — представители первой категории.

Трансформация среды обитания хозяйственной деятельности, сельскохозяйственное и промышленное производство оказывает негативное влияние на птиц.

3 Характеристика объекта исследований

Северская ТЭЦ – тепловая электростанция, находится в городе Северск (рис. 5). ТЭЦ входит в состав Сибирского химического комбината (СХК) [31].

Вход в эксплуатацию Северской ТЭЦ- 1953 г.

Электрическая мощность ТЭЦ– 549 МВт

Тепловая мощность ТЭЦ– 1760 Гкал/час

ТЭЦ имеет в составе 18 котлов и 15 турбоагрегатов. Кузнецкий бассейн главный поставщик угля для Северской ТЭЦ [31].

Золоотвал № 2 Северской ТЭЦ расположен в С—З части города, в долине р. Томь. Золоотвал от реки отделен дамбой. Приблизительный размер 1,4×1,2 км.

Еще в 60-х годах в Томской области занялись переработкой золошлака. Но актуализировалась эта проблема недавно – имеющиеся золоотвалы переполнены, стало экономически накладно их содержание.

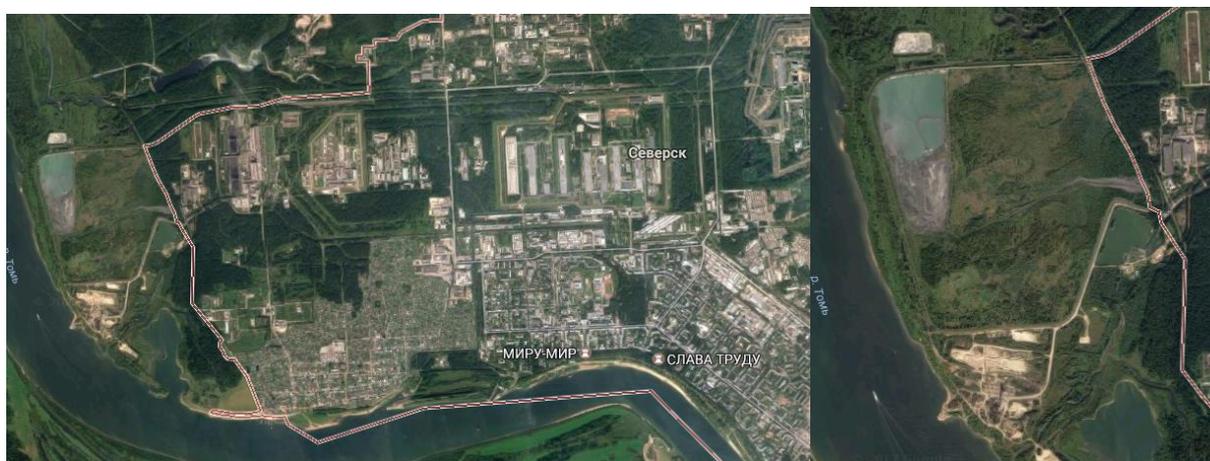


Рисунок 5 — Расположение золоотвала № 2 на территории г. Северска [23].

4 Методика исследований

4.1 Методика опробования

Осенью 2015 года сотрудниками кафедры Геоэкологии и Геохимии на золоотвале № 2 ЗАТО г. Северска были отобраны пробы. Методом бурения скважин было выполнено опробование по сети 200×200 м пробоотборником MOLE (крот) с наконечником для песка (рис. 6). Пробы отобраны по глубине разреза в скважине с интервала 2 м. Каждая проба упаковывалась в полиэтиленовый мешок. Масса каждой пробы составляет 15-20 кг. Всего отобрана 91 проба золошлаков.

Отобранные сотрудниками пробы были пронумерованы, внесены в единый реестр с номером сечения, номером пробы и глубиной пробоотбора.



○ ЗШ 1-1 - номер сечения - номер скважины

Рисунок 6 — Схема опробования золоотвала № 2 ЗАТО г. Северска

4.2 Подготовка проб

Пробоподготовка заключалась в дроблении, квартовании (рис. 7) и истирании проб для аналитических навесок. Дробление выполнялось на щековых дробилках, истирание – на виброистирателе производства ВИМС «ИВ Микро».



Рисунок 7 — Лабораторно-аналитические исследования:

- 1 — Виброистиратель ВИМС «ИВ Микро» и подготовка проб на нем;
- 2 — квартование проб

4.3 Методы анализов

Из ранние проведённых исследований был выполнен анализ 91 пробы на порообразующие окислы методом рентгено-флуоресцентного анализа (РФА), масс-спектрометрический анализ 30 проб с индуктивно связанной плазмой (ICP MS). Пробы были проанализированы в аккредитованных лабораториях Центра коллективного пользования Дальневосточного геологического института ДВО РАН. Также в лабораторию радиационного контроля ОГБУ «Облкомприрода» г. Томска были отправлены 2 пробы шлакового песка и алюмосиликатной микросферулы и 91 проба золошлака на анализ удельной эффективности природных радионуклидов в строительных материалах и минеральном сырье и 91 проба на гранулометрический состав в УНИЛ «Грунтоведение и механика

грунтов». Рентгеноструктурный анализ выполнялся на настольном порошковом дифрактометре Bruker D2 PHASER (4 пробы) и на сканирующем электронном микроскопе Hitachi S-3400N (4 пробы) в Международном инновационном образовательном центре «Урановая геология» на кафедре геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета.

Масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой (ICP MS). Анализ масс-спектрометрическим методом с индуктивно связанной плазмой (ICP MS) выполнен для 30 проб в Центре коллективного пользования Дальневосточного геологического института ДВО РАН в лаборатории аналитической химии на установке Agilent 7700 производства Agilent Technologies, США, свидетельство о поверке № 001437 от 17 ноября 2015 г.

Рентгенофлуоресцентный анализ (РФА). Анализ методом РФА выполнен в Центре коллективного пользования Дальневосточного геологического института ДВО РАН в лаборатории рентгеновских методов анализа. Лаборатория аккредитована в системе Госстандарта России (аттестат аккредитации РОСС.RU.0001.518986). На рентгенофлуоресцентный анализ было выполнено 91 проба.

Удельная эффективная активность природных радионуклидов в строительных материалах и минеральном сырье. Анализ проводился на полупроводниковом гамма-спектрометре фирмы ORTEC. Погрешность определения радионуклидов 7 — 40%.

Метод электронной микроскопии. Для определения морфологических особенностей (форма, размер) и вещественного состава применили электронно-микроскопические методы исследования на сканирующем микроскопе Hitachi S-3400N с энерго дисперсионной приставкой Bruker XFlash 4010 (консультант – ассистент кафедры ГЭГХ ТПУ Ильенок С.С.). Это единственный прямой локальный метод визуализации микроструктурных и морфологических особенностей изучаемых объектов и их элементный состав [27].

На углеродную ленту были нанесены частицы шлака с площадью поверхности 25 мм², сверху для проводимости тонким слоем углерода

проводилось напыление. При 20 кВ ускоряющего напряжения, 10 мм рабочее расстояние и время накопления 30 с. Благодаря программному обеспечению EDAX Esprit определялся элементный состав отдельных частиц. Данная программа в основном основана на полуколичественном анализе с приблизительной точностью 5-15% в зависимости от элемента, который был выявлен. При увеличении $\times 500$ поверхность образца была рассмотрена в режиме отраженных электронов. Для анализов были выбраны несколько отдельных частиц. Таким образом были изучены зола, зола с высоким содержанием углерода, шлаковый материал и алюмосиликатная микросфера.

Рентгеноструктурный анализ. Рентгеноструктурный анализ выполнялся на настольном порошковом дифрактометре Bruker D2 PHASER (консультант – аспирант кафедры ГЭГХ ТПУ Д.Г. Усольцев). Минералогический состав золошлакового материала определялся с помощью дифракции рентгеновских лучей на дифрактометре Bruker D2 PHASER. Образец был помещен в кювету, а после для анализа на специальный пластиковый держатель. Было изучено 4 пробы.

4.4 Результаты анализов

В таблице 2 представлены выполненные исследования микроэлементного состава золошлаков золоотвала №2 Северской ТЭЦ. Результаты показали, что среднее содержание всех элементов не превышает средних данных для золы каменных углей мира и сопоставимы с кларком для осадочных пород [7]. Исключение составляет Zr, содержание которого достигает 415 г/т.

Рядовые содержания микроэлементов в золошлаках не позволяет рассматривать их как сырье для изучения ценных металлов. Даже повышенные концентрации Zr до 0,04% не являются промышленно значимыми [4]. Эти содержания ниже средних данных для щелочных горных пород (сиенитов) [2].

Таблица 2 — Среднее содержание микроэлементов в золошлаках золоотвала
№2 Северской ТЭЦ, г/т

| Элемент | Содержание в золошлаках | Золы каменных углей* | Кларк осадочных пород, ** | Элемент | Содержание в золошлаках | Золы каменных углей* | Кларк осадочных пород, ** |
|-----------|--------------------------------|----------------------|---------------------------|-----------|--------------------------------|----------------------|---------------------------|
| Be | $\frac{3,3 \pm 0,06}{2,7-3,9}$ | 12±1 | 1,9 | Ce | $\frac{93 \pm 1}{73109}$ | 140±10 | 52 |
| Sc | $\frac{15 \pm 0,13}{13-16}$ | 24±1 | 23 | Pr | $\frac{11 \pm 0,16}{8,5-12}$ | 26±3 | 6,8 |
| V | $\frac{71 \pm 0,64}{66-78}$ | 170±10 | 91 | Nd | $\frac{41 \pm 0,6}{34-48}$ | 75±4 | 24 |
| Cr | $\frac{101 \pm 9}{52-247}$ | 120±5 | 58 | Sm | $\frac{7,7 \pm 0,12}{6,2-9,3}$ | 14±1 | 5,5 |
| Co | $\frac{20 \pm 0,5}{15-25}$ | 37±2 | 14 | Eu | $\frac{1,4 \pm 0,02}{1,2-1,6}$ | 2,6±0,1 | 0,94 |
| Ni | $\frac{54 \pm 1,44}{41-74}$ | 100±5 | 37 | Gd | $\frac{7,4 \pm 0,1}{6,3-8,4}$ | 16±1 | 4 |
| Cu | $\frac{60 \pm 3,4}{41-131}$ | 110±5 | 31 | Tb | $\frac{1,1 \pm 0,02}{0,9-1,2}$ | 2,1±0,1 | 0,69 |
| Zn | $\frac{71 \pm 2,2}{52-100}$ | 170±10 | 43 | Dy | $\frac{6,4 \pm 0,1}{2,3-7,3}$ | 15±1 | 3,6 |
| Ga | $\frac{18 \pm 0,5}{13-24}$ | 36±1 | 12 | Ho | $\frac{1,3 \pm 0,2}{1,1-1,5}$ | 4,8±0,2 | 0,92 |
| Rb | $\frac{69 \pm 1,1}{53-75}$ | 110±10 | 94 | Er | $\frac{4 \pm 0,07}{3,1-4,8}$ | 6,4±0,3 | 1,7 |
| Sr | $\frac{484 \pm 15}{361-631}$ | 730±50 | 270 | Tm | $\frac{0,6 \pm 0,01}{0,5-0,7}$ | 2,2±0,1 | 0,78 |
| Y | $\frac{40 \pm 0,5}{35-45}$ | 57±2 | 29 | Yb | $\frac{3,8 \pm 0,06}{3,3-4,5}$ | 6,9±0,3 | 2 |
| Zr | $\frac{372 \pm 4,62}{311-415}$ | 230±10 | 170 | Lu | $\frac{0,6 \pm 0,01}{0,5-0,7}$ | 1,3±0,1 | 0,44 |
| Nb | $\frac{26 \pm 0,6}{19-34}$ | 22±1 | 7,6 | Hf | $\frac{8 \pm 0,11}{7-9}$ | 9±0,3 | 3,9 |
| Mo | $\frac{1,6 \pm 0,04}{1,2-2}$ | 14±1 | 1,5 | Ta | $\frac{2 \pm 0,03}{1,6-2,3}$ | 2±0,1 | 1 |
| Cd | $\frac{0,44 \pm 0,2}{0,2-0,6}$ | 1,2±0,3 | 0,8 | W | $\frac{3 \pm 0,14}{1,9-4,2}$ | 7,8±0,6 | 2 |
| Sn | $\frac{3,5 \pm 0,2}{2-6,2}$ | 8±0,4 | 2,9 | Pb | $\frac{31 \pm 1}{20-43}$ | 55±6 | 12 |
| Cs | $\frac{4,4 \pm 0,1}{3,4-5,5}$ | 8±0,5 | 7,7 | Th | $\frac{17 \pm 0,3}{14-20}$ | 23±1 | 7,7 |
| Ba | $\frac{1074 \pm 24}{888-1338}$ | 980±60 | 410 | U | $\frac{6,3 \pm 0,1}{5,4-7,5}$ | 15±1 | 3,4 |
| La | $\frac{45 \pm 0,7}{36-53}$ | 76±3 | 32 | | | | |

Таблица 3 — Среднее содержание макроэлементов в золошлаках золоотвала № 2 Северской ТЭЦ, масс. %

| | Среднее* | Минимум | Максимум |
|------------------------------------|------------|---------|----------|
| <i>SiO₂</i> | 53,25±0,24 | 47,01 | 59,53 |
| <i>TiO₂</i> | 0,72±0,003 | 0,63 | 0,83 |
| <i>Al₂O₃</i> | 18,30±0,12 | 15,61 | 21,83 |
| <i>Fe₂O₃</i> | 6,94±0,27 | 4,08 | 15,93 |
| <i>MnO</i> | 0,15±0,01 | 0,08 | 0,44 |
| <i>MgO</i> | 1,15±0,02 | 0,82 | 1,63 |
| <i>CaO</i> | 2,51±0,04 | 1,77 | 3,52 |
| <i>Na₂O</i> | 0,68±0,01 | 0,42 | 0,86 |
| <i>K₂O</i> | 2,14±0,01 | 1,82 | 2,45 |
| <i>P₂O₅</i> | 0,23±0,01 | 0,14 | 0,42 |

Результаты рентгенофлуоресцентного анализа представлены в таблице 3. Макроэлементный состав золошлаков характеризуется преобладанием кремнезема, что позволяет считать их кремнистыми [5]. Содержание кремнезема изменяется от 47 до 59 %. Содержание Al_2O_3 изменяется от 15,61 до 21,83%. Содержание суммарного железа не превышает 16%, составляет в среднем около 7%. Содержание CaO и MgO не превышает 3,5 и 1,6% соответственно, что также указывает на кислый силикатный состав золошлаков.

Щелочные элементы K_2O и Na_2O в сумме не превышают 3,17%, в основном за счет Na_2O (2%).

Таблица 4 — Гранулометрический состав, размер фракций в мм, содержание фракций в %

| | >10 мм | 10-5 мм | 5-2 мм | 2-1 мм | 1-0,5 мм | 0,5- 0,25 мм | 0,25- 0,1 мм | 0,1- 0,05 мм | 0,05- 0,01 мм | 0,01- 0,002 мм | <0,002 мм |
|---------|-----------|------------|--------|--------|-------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|----------------------|--------------|
| Min | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1 | 0,2 | 1,5 | 1,7 | 0,2 | 1,2 | 0 |
| Max | 16,3 | 16,8 | 34,4 | 9 | 5,7 | 10 | 33,8 | 59,3 | 90,3 | 29,7 | 8,1 |
| среднее | 1,12 | 1,58 | 2,42 | 0,73 | 1,40 | 2,79 | 11,75 | 27,04 | 33,97 | 12,93 | 2,56 |

В таблице 4 можем увидеть, что по гранулометрическому составу максимальный процент фракции приходится на фракции размером от 0,1-0,05 мм, среднее значение — 27,04% и 0,05-0,01 мм — 33,97 %.

Показатель определения удельной эффективной активности природных радионуклидов в строительных материалах и минеральном сырье, наличие техногенных гамма-излучающих радионуклидов показал, что материал представленных проб шлакового песка и алюмосиликатной микросферы по радиационному фактору относится к материалам I -ого класса (Аэфф. Класс<370 Бк/кг) для строительных материалов и минерального сырья.

Шлаковый материал представленных проб по радиационному фактору относится к материалам I -ого класса (Аэфф. Класс<370 Бк/кг) для строительных материалов и минерального сырья. В отдельных пробах (№ п\п 1; 21; 29; 57; 72; 79; 83; 91) обнаружены следы техногенных радионуклидов (Cs-137, Am-241) с активностью, не превышающей погрешности измерения.

Результаты электронной микроскопии показаны на рисунке 8. На рисунке 8 а представлен снимок и спектр растровой электронной микроскопии формы выделения циркона на поверхности частицы золы. Можем наблюдать пористый шлакоподобный агрегат алюмосиликатного состава с включениями циркона. Очень мелкие агрегаты, включения циркона меньше одного микрона. Скорей всего был в составе органических соединений. В процессе сжигания превратился в минеральную фазу силиката циркония. На рисунке 8 d магнетит на поверхности муллита, видны оксиды железа с примесями магнетита мизерных включений. На рисунке 8 e представлен снимок алюмофосфата редких земель группы крандаллита с присутствием стронция. Скорей всего гояцит.

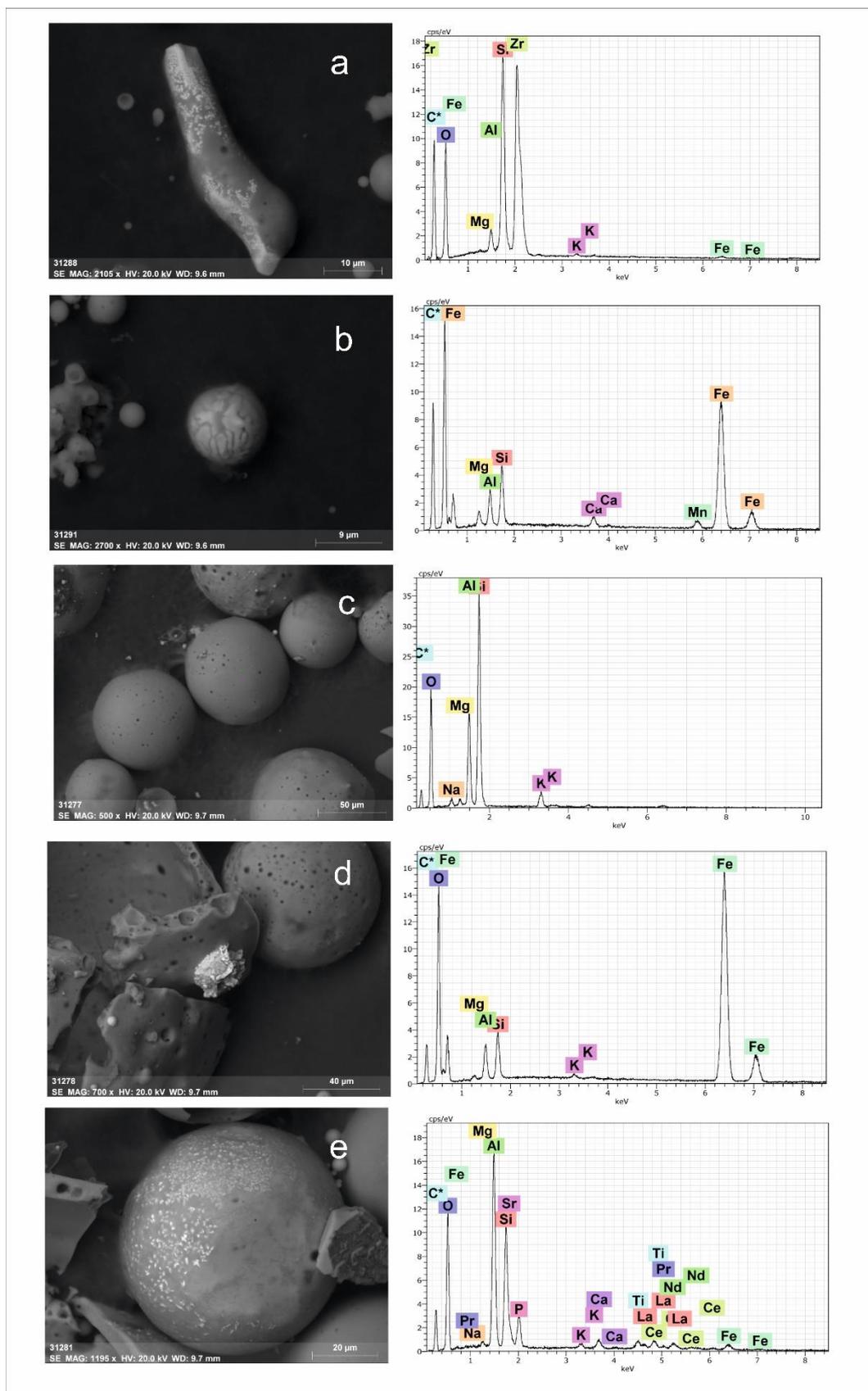


Рисунок 8 — Результаты электронной микроскопии: а — форма выделения циркона на поверхности частицы золы; б — сфероидальный гетит; с — микросферы муллита; д — магнетит на поверхности муллита; е — гоэцит

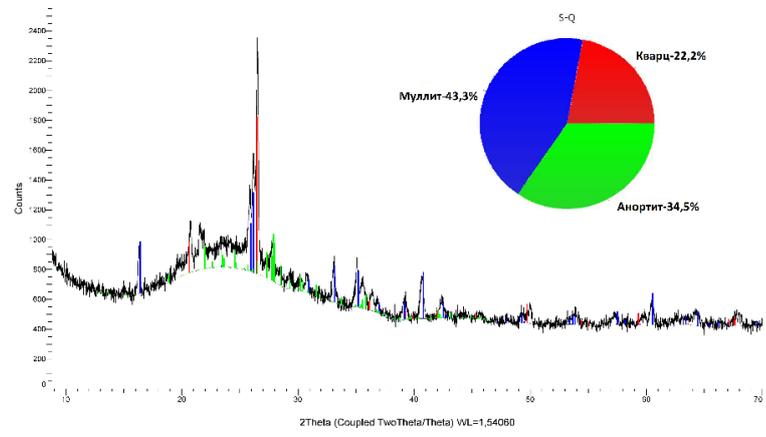
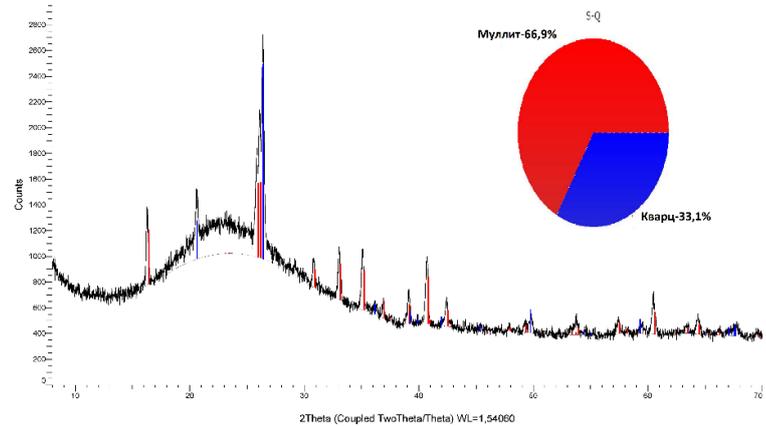
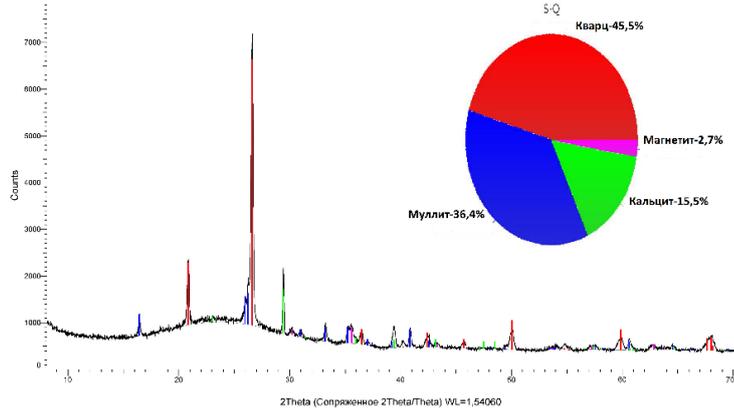
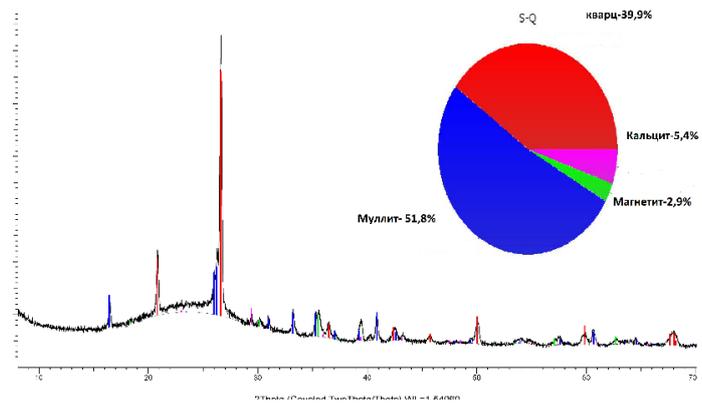


Рисунок 9 — Дифрактограммы проб № 2-8-3 (зола); № 2-25-1 (зола); алюмосиликатной микросферы; № 3-14-2 (шлак)

Дифрактограмма золы, алюмосиликатной микросферы и шлака показана на рисунке 9. По данным рентгеноструктурного анализа установлено что все исследованные пробы представлены высоким содержанием муллита и кварца. Также в пробе № 2-25-1 присутствует магнетит (2,7 %). Алюмосиликатная микросфера представлена только муллитом и кварцем. В пробе шлака № 3-14-2 также присутствует анортит (34,5%).

5 Методика оценки запасов золошлаков золоотвала № 2 Северской ТЭЦ

В литературе на сегодняшний день описано около 20 способов подсчёта и оценки запасов полезных ископаемых: горизонтальных параллельных, вертикальных параллельных, непараллельных сечений, геологических блоков, линейный, среднего арифметического, эксплуатационных блоков, треугольников, многоугольников, четырёхугольников, изогибс, изолиний, статистический [26].

Все эти методы подсчёта запасов можно разделить на две основные модификации: параллельных разрезов и геологических блоков.

Для подсчета запасов золоотвала №2 был использован метод параллельных разрезов. На рисунке 10 изображены разрезы, которые были построены в программе Corel DRAW X6 по всем профилям. На разрезах видно, что золоотвал имеет чашевидную форму. Встречается шлак мощностью от 1,5 до 2 м.

Способ параллельных разрезов позволяет в наибольшей степени полно отразить геологические особенности строения месторождений полезных ископаемых и залежей [29]. Применение данного способа наиболее эффективно при подсчёте запасов в залежах с сложной формой и большой мощностью.

Главным существенным недостатком способа параллельных разрезов является ограниченность его применения.

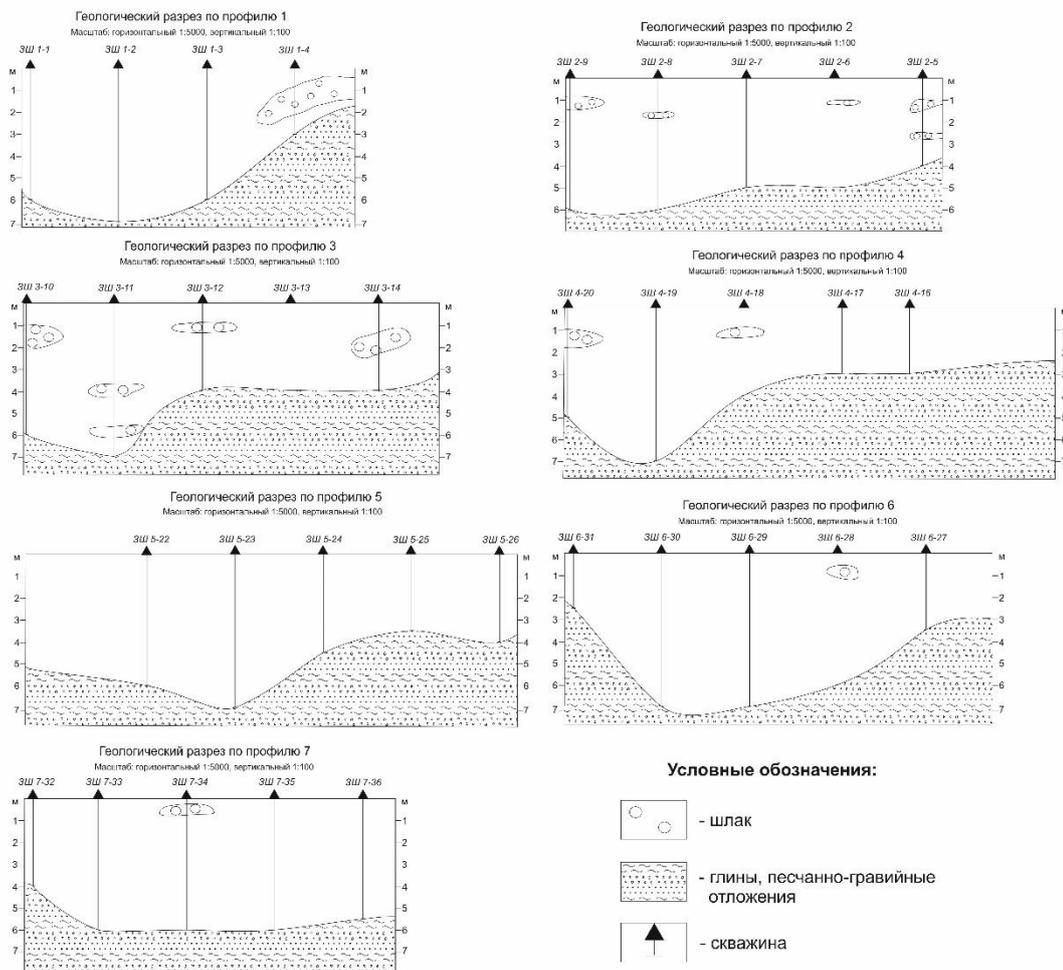


Рисунок 10 — Поперечные разрез по профилям

При использовании метода параллельных разрезов основной графикой являются геологические разрезы на которые вынесены контуры рудных тел [26]. На продольной проекции между параллельными разрезами замеряют расстояния. Увязка рудных тел между параллельными разрезами отображается на проекции, которая играет вспомогательную роль.

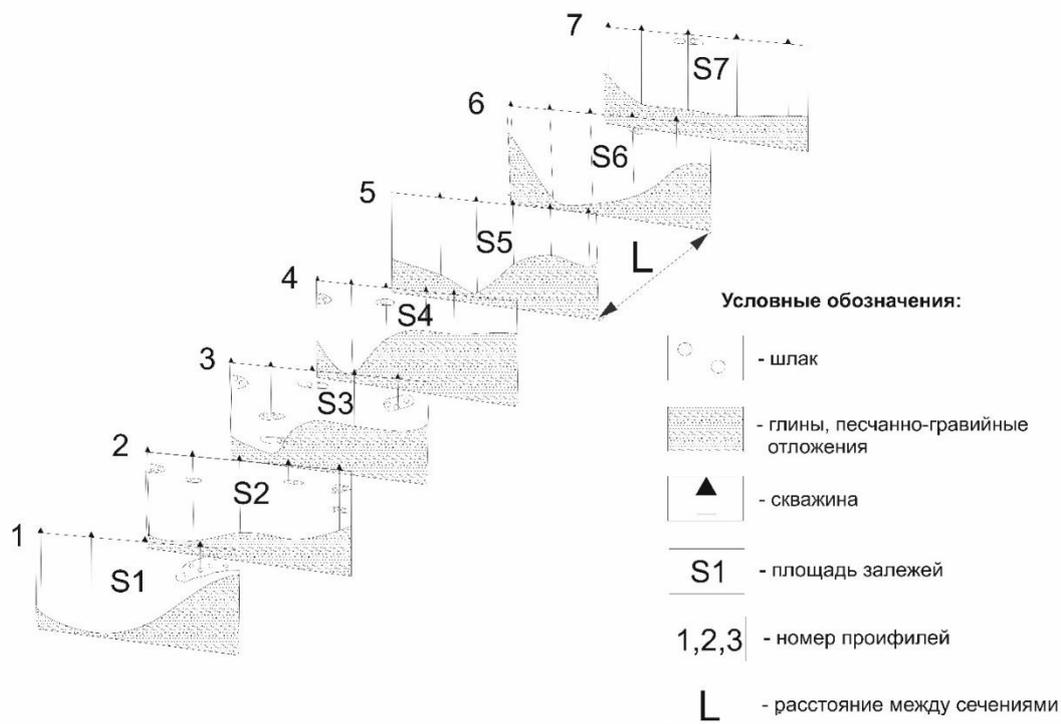


Рисунок 11 — Метод геологических разрезов

При подсчёте запасов используют геологоразведочные разрезы, которые образуют систему разведочных работ. В плоскостях геологических разрезов отстраиваются контуры запасов, а границы отдельных подсчётных блоков совпадают с плоскостями геологических разрезов.

Запасы в каждом разрезе подсчитываются отдельно, а после суммируются. Такой способ изображен на рисунке 11 и обеспечивает максимально правдоподобное преобразование объёмов залежей. При проведении контуров промышленной минерализации совмещение геологических и подсчётных разрезов в одной плоскости может способствовать полному учёту геологических особенностей месторождений.

В зависимости от того как ориентированны разведочные разрезы используют такие способы подсчёта запасов: горизонтальными параллельными и вертикальными разрезами [26].

Для расчета объемов блоков между разрезами, которые расположены друг от друга на расстоянии (L) в зависимости от соотношения площади и формы этих залежей S1 и S2 применяют формулу:

$$V = \frac{S1+S2}{2} * L (1)$$

Где S1 и S2— площади залежей, L— расстояние между сечениями.

Таблица 5 — Расчет объема золоотвала

| Номер сечения | Площадь, м ² | Расстояние между соседними сечениями, м | Объем блока, м ³ |
|------------------|-------------------------|---|-----------------------------|
| Северная граница | | 40 | 163816 |
| 1 | 4095,4 | | |
| | | 200 | 859140 |
| 2 | 4496 | | |
| | | 200 | 914100 |
| 3 | 4645 | | |
| | | 200 | 951100 |
| 4 | 4866 | | |
| | | 200 | 1035350 |
| 5 | 5487,5 | | |
| | | 200 | 1072150 |
| 6 | 5234 | | |
| | | 200 | 1004000 |
| 7 | 4805,4 | | |
| Южная граница | | 120 | 576648 |
| Итого | | 1360 | 6576304 |

Масса золоотвала была рассчитана по формуле:

$$M = V * \rho (2)$$

Где V — объем в м³, ρ— объемная масса с естественной влажностью, г/см³

$$V \text{ золоотвала} = 6576304 \text{ м}^3$$

$$\rho = 1,41 \text{ г/см}^3$$

$$M=1,41*6576304 = 9272588 \text{ тонн (табл. 5)}$$

Глава 6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

6.1 Техничко-экономическое обосновании

Техничко- экономическое обоснование работ проводится с целью определения трудовых и денежных затрат на исследовательские работы.

Целью работы является изучение минерального и химического состава вскрышных пород, золошлаковых отходов золоотвала №2 Северской ТЭЦ.

Лабораторные работы по определению химического состава были проведены ранее, при исследовании вскрышных пород, золошлаковых отходов и сортового угля сотрудниками кафедры полезных ископаемых и геохимии редких элементов Томского политехнического.

Все отобранные пробы анализировались в лабораториях, имеющих сертификат и работающих по аттестованным методикам.

1) Количественное определение группы микроэлементов, в том числе редких, редкоземельных рентгенофлуоресцентным анализом (РФА)

2) Минеральный состав определялся рентгеноструктурным методом с использованием дифрактометра D2 Phaser. Исследования проводились в научно-производственном центре «Урановая геология» 20 корпуса ТПУ.

3) масс-спектрометрический анализ с индуктивно связанной плазмой (ICP MS).

4) Для определения морфологических особенностей (форма, размер) и вещественного состава применили электронно-микроскопические методы исследования на сканирующем микроскопе Hitachi S-3400N

Камеральная обработка данных заключается в сборе и систематизировании полученных данных об исследуемой территории.

Все проведенные виды работ представлены в таблице 6.

Таблица 6 — Виды проведенных работ

| № | Виды работ | Кол-во проб | Условия производства работ | Вид оборудования |
|----|---------------------------------|-------------|--|---|
| 1. | Геохимические исследования | 91 | Пункты отбора проб находятся на территории Северской ТЭЦ (Томская область) | Пробоотборник MOLE Полиэтиленовые пакеты |
| | Анализ проб золы | 30 | ICP MS | Установка Agilent 7700 |
| | | 4 | ЭЛ.микроскопия | Электронный микроскоп Hitachi S-3400N |
| | | 4 | РСА | Анализ при помощи дифрактометра D2 Phaser |
| | | 91 | РФА | Рентгеновский спектрометр ARL-9900-XP |
| 2. | Изучение полученных результатов | 129 | Кафедра ГЭГХ ИПР НИ ТПУ | ПЭВМ |

6.2 Расчет затрат времени на рентгеноструктурный анализ

Для расчета затрат времени и труда использовались нормы, изложенные в СН-93 выпуск 7 «Лабораторные исследования полезных ископаемых и горных пород». Из справочника берутся следующие данные:

- норма времени, выраженная на единицу продукции;
- коэффициент к норме.

Расчет затрат времени выполняется по формуле:

$$N = Q \times H_{вр} \times K (3),$$

где:

N-затраты времени;

Q-объем работ;

Nвр- норма времени из справочника сметных норм (бригада/смена);

K- коэффициент за ненормализованные условия;

Затраты времени приведены в таблице 7.

Таблица 7 — Затраты времени на выполнение рентгеноструктурных анализов

| N п/п | Наименование этапа анализа, операции | Норма времени | Количество проб | Затраты времени |
|-------|--|---------------|-----------------|-----------------|
| 1 | Подготовка (истерание пробы) | 0,50 | 4 | 2 |
| 2 | Получение дифрактограммы для качественного фазового анализа в одном интервале узлов | 0,21 | 4 | 0,84 |
| 3 | Точная идентификация (диагностика) минералов по рентгенометрическому определению в зависимости от групп их сложности: 3 группа | 3,40 | 4 | 13,6 |

В таблице 8 дана группа сложности выполняемых работ.

Таблица 8 — Классификация минералов по сложности их определения с помощью рентгенометрического определителя, рассчитанных дифрактограмм

| Группа сложности | Классы и группы сложности |
|------------------|--|
| 1 | 2 |
| III | Минералы более сложные с изоморфными замещениями, метамиктные минералы и смешанослойные образования глин, дебаеграммы которых отличаются от эталонных (приведенных в рентгенометрических определителях). |

Затраты времени приведены в таблице 9.

Таблица 9 — Нормы времени на выполнение рентгеноструктурного анализа (в бригадо-часах)

| № п/п | Наименование этапа анализа, операции | Единица измерения | Количество | Норма | Итого |
|---------------|--|-------------------|------------|-------|-------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1515 | I. Подготовка проб к анализу | | | 0,47 | 1,88 |
| 1517 | Подготовка препарата для рентгеноструктурного анализа с фотографической регистрацией дифракции рентгеновских лучей | Проба | 4 | 0,50 | 2 |
| 1519 | Подготовка порошкового препарата, растирка со спиртом Подготовка ориентированного препарата | Проба | | 0,25 | 1 |
| 1543 | Точная идентификация (диагностика) минералов по рентгенометрическому определению в зависимости от групп их сложности: III группа | Проба | | 3,40 | 13,6 |
| Общие затраты | | | | | 18,5 |

Все работы выполняются одним человеком. Затраты времени составляют 23,1 часов. На выполнение работ потребуется примерно 4 рабочих дня.

6.3 Перечень и нормы расхода материалов на рентгеноструктурный анализ

Перечень расхода материалов используемых при рентгеноструктурном методе, нормы расхода представлены в таблице 10. Используются нормы из ССН-93 выпуск 7 «Лабораторные исследования полезных ископаемых и горных пород».

Таблица 10 — Перечень и нормы расхода лабораторной посуды, реактивов и материалов, применяемых при производстве рентгеноструктурного анализа

| № п/п | Наименование | Единица измерения | Цена, руб | Норма расхода | Сумма, руб |
|-------|--|-------------------|-----------|---------------|------------|
| 1 | Бланки для выписывания результатов анализа | шт. | 6*2 | 100,0 | 1200 |
| 2 | Вата медицинская гигроскопическая | Кг | 0,1*50 | 1,0 | 5 |
| 3 | Материалы для оформления результатов анализа (журнал, бумага, тушь, чернила и др.) | руб. | 66,5 | 45,0 | 2992,5 |
| 4 | Пинцет медицинский | шт. | 102 | 1,0 | 102 |

6.4 Общая стоимость лабораторных анализов

Таблица 11 — Расценки на проведенные лабораторные испытания и подсчитана общая стоимость всех проведенных методов.

| № | Вид работ | Метод | Объем | | Стоимость единицы работ | Общая стоимость работ |
|-------|--------------|-----------------|----------|--------|-------------------------|-----------------------|
| | | | Ед. изм. | Кол-во | | |
| 1 | Лабораторные | РФА | Проба | 91 | 1100 | 100100 |
| | | РСА | Проба | 4 | 800 | 3200 |
| | | Эл. микроскопия | Проба | 4 | 2000 | 8000 |
| | | ICP MS | | 30 | 2000 | 60000 |
| 2 | Камеральные | ПЭВМ | - | - | - | - |
| Итого | | | | 129 | - | 171300 |

Таким образом, стоимость проведенных анализов составляет 171300 рублей (табл. 11).

Лабораторный этап работ: подготовка к изучению проб, включающая в себя просеивание проб через сита, измельчение на виброистирателе, упаковка проб в бумажные конвертики; далее следует подготовка к рентгеноструктурному анализу, заключающаяся в формировании проб в «таблетки» для изучения минералогического состава на рентгеновском дифрактометре на кафедре геоэкологии и геохимии Национального

исследовательского Томского политехнического университета, результаты анализа представляются в виде рентгенограммы.

Камеральный этап: сбор и анализ информации об объекте и районе его расположения, обработка данных полевых и лабораторных исследований, расшифровка рентгенограмм, получение информации и порообразующих минералах в отходах, обработка результатов биотестирования, делается вывод о наличии/отсутствии острого токсического действия.

После этого осуществляется систематизация данных, оформляется общий отчет.

Глава 7 социальная ответственность при изучении геохимических особенностей лежалых золошлаков золоотвала №2 Северской ТЭЦ

7.1 Производственная безопасность

Проведенные работы сопровождаются как вредными, так и опасными факторами.

Все вредные и опасные факторы при лабораторных и камеральных работах указаны в таблице 12 [9].

Таблица 12 — Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении лабораторных и камеральных работ

| Этап работ | Наименование видов работ | Факторы (ГОСТ 12.0.003 – 74) | | Нормативные документы |
|----------------------------|---|---|--|--|
| | | Опасные | Вредные | |
| Камеральный и лабораторный | Сбор, изучение, анализ имеющихся материалов; камеральная обработка данных, полученных при изучении проб при помощи дифрактометра и микроскопа | 1. Электрический ток 2. Пожарная опасность | 1. Отклонение показателей микроклимата в помещении 2. Недостаточная освещенность рабочей зоны 3. Степень нервно-эмоционального напряжения 4. Превышение уровней электромагнитного излучения | 1. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ [8] 2. ГОСТ Р 12.1.019-2009 [9] 3. 123-ФЗ [10] 4. СанПиН 2.2.4.548-96 [15] 5. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [13] 6. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [14] |

7.1 Анализ опасных факторов и мероприятия по их устранению

1. Электрический ток. Электрические установки, к которым относится практически все оборудование ПЭВМ, представляют для человека большую потенциальную опасность, так как в процессе эксплуатации оборудования человек может коснуться частей, находящихся под напряжением.

Аудитория, где проводятся работы, относится к помещениям без повышенной опасности поражения электрическим током (относительная влажность воздуха – не более 75 %, температура воздуха +25С°, помещение с небольшим количеством металлических предметов, конструкций) [11].

Степень опасного и вредного воздействия на человека электрического тока, электрической дуги и электромагнитных полей зависит от:

- рода и величины напряжения и тока;
- частоты электрического тока;
- пути тока через тело человека;
- продолжительности воздействия электрического тока или электромагнитного поля на организм человека;
- условий внешней среды

К работе в электроустановках должны допускаться лица, прошедшие инструктаж и обучение безопасным методам труда, проверку знаний правил безопасности и инструкций [11].

2. Пожарная опасность. При протекании по проводам, кабелям ЭВМ электрического тока выделяется значительное количество теплоты, что может привести к повышению температуры отдельных участков до 70-100°С. При повышении температуры отдельных участков возможно оплавление изоляционных проводов, которое ведет к искрению, замыканию.

В зданиях должны быть предусмотрены конструктивные, объемно-планировочные и инженерно-технические решения, которые обеспечивают в случае пожара:

- возможность эвакуации людей вне зависимости от возраста и физического состояния сначала на прилегающую к зданию территорию до наступления угрозы их жизни и здоровью вследствие воздействия опасных факторов пожара;
- возможность спасения людей;
- возможность доступа пожарных подразделений и подачи средств пожаротушения к очагу пожара, а также проведения мероприятий по спасению людей и их жизни, и материальных ценностей;
- нераспространение пожара на рядом расположенные здания, в том числе при обрушении горящего здания [10].

Предотвращение распространения пожара достигается мероприятиями, ограничивающими площадь, интенсивность и продолжительность горения.

1. Анализ вредных производственных факторов и мероприятия по их устранению. 1. Отклонение показателей микроклимата в помещении. Одним из необходимых условий нормальной жизнедеятельности человека является обеспечение нормальных метеорологических условий в помещениях.

В рабочей зоне производственного помещения должны быть установлены оптимальные и допустимые микроклиматические параметры, указанные в таблице 13.

Интенсивность теплового облучения работающих от нагретых поверхностей технологического оборудования и осветительных приборов на рабочих местах не должна превышать 35 Вт/м^2 при облучении 50% поверхности тела и более, 70 Вт/м^2 - при величине облучаемой поверхности от 25 до 50% и 100 Вт/м^2 - при облучении не более 25% поверхности тела [15].

Таблица 13 — Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах производственных помещений [15]

| Период года | Категория Работ | Температура воздуха °С, не более | Относительная влажность воздуха, % | Скорость движения воздуха, м/с |
|-------------|-----------------|----------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| Холодный | легкая 1а | 22 -24 | 40 -60 | 0,1 |
| Теплый | легкая 1а | 23 – 25 | 40 -60 | 0,1 |

В целях профилактики неблагоприятного воздействия микроклимата должны быть использованы защитные мероприятия: системы местного кондиционирования воздуха, воздушное душирование, компенсация неблагоприятного воздействия одного параметра микроклимата изменением другого, спецодежда и другие средства индивидуальной защиты, перерывы в работе [16].

2. *Недостаточная освещенность рабочей зоны.* Правильно освещение обеспечивает высокий уровень работоспособности, оказывает положительное психологическое воздействие на работающих, способствует повышению производительности труда [13].

Помещения с постоянным пребыванием людей должны иметь, как правило, естественное и искусственное освещение.

Расчет освещенности произведем методом коэффициента использования светового потока, который применяется для расчета общего равномерного освещения горизонтальных поверхностей при светильниках любого типа.

$$\Phi = \frac{E \times S \times z \times k}{N \times \eta}$$

Цель расчета освещенности заключается в том, чтобы узнать, какое количество ламп необходимо для обеспечения освещенности помещения — найти величину N.

$$N = \frac{E \times S \times z \times k}{\Phi \times \eta}$$

где E – заданная минимальная освещённость, лк; S – площадь помещения, м²; N – число светильников; η – коэффициент использования; $z = E_{\text{сп}}/E_{\text{мин}}$ – характеризует неравномерность освещения; Φ – световой поток, лм; k – коэффициент запаса, учитывающий уменьшение светового потока лампы вследствие ее старения, запыленности и т.д.

Допустимая освещенность при общем освещении составляет $E=300$ лк, высота рабочей поверхности составляет $h_p=0,8$ м [13].

В аудитории используется система общего освещения. Параметры данного помещения: длина $A=7$ м, ширина $B=5$ м, высота $H=3,5$ м. Светильники размещены в 3 ряда по 3 светильника в ряду. Тип светильника - ЛВО 4×18 мощностью 71,5 Вт, длиной 0,6 м, световой поток составляет $\Phi=3500$ лм. Для люминесцентных ламп: $z=1,1$; $k=1,5$.

Высота лампы над рабочей поверхностью составит: $h=H-h_p=3,5$ м- $0,8$ м= $2,7$ м.

Чтобы определить параметр η следует найти индекс помещения i :

$$i = \frac{A \times B}{h \times (A + B)} = \frac{7 \times 5}{2,7 \times (7 + 5)} = 1,08$$

где A и B – длина и ширина помещения; h – высота над рабочей поверхностью.

Коэффициенты отражения поверхностей: $R_{\text{потолка}}=0,5$, $R_{\text{стен}}=0,5$, при таких данных коэффициент использования $\eta=60\%$.

Следовательно, количество светильников:

$$N = \frac{E \times S \times z \times k}{\Phi \times \eta}$$

$$N = \frac{300 \times 35 \times 1,1 \times 1,5}{3500 \times 0,6} = 8,25 \text{ шт}$$

Следовательно, в помещении для освещённости равной 300 лк необходимо иметь 9 светильников. В аудитории установлено 9 светильников, следовательно, помещение достаточно освещено.

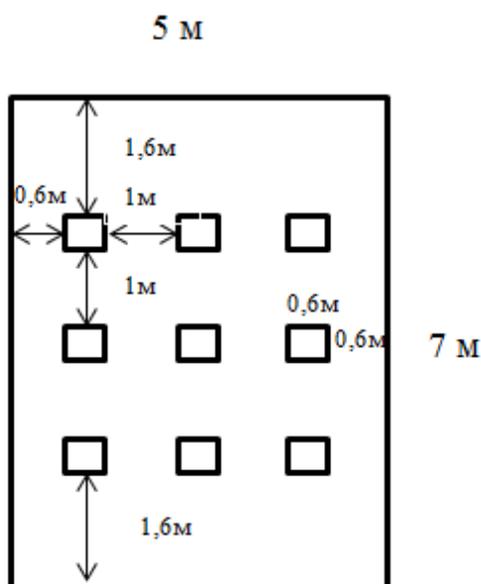


Рисунок 12 — Схема расположения светильников в аудитории

3. *Степень нервно-эмоционального напряжения. Характеристикой напряжения человека-оператора, является состояние утомления.*

В психологии труда утомление рассматривается как особое, своеобразно переживаемое психическое состояние, включающее следующие компоненты:

1. Чувство слабосилия.
2. Расстройство внимания.
3. Расстройства в сенсорной области.
4. Нарушение в моторной сфере.
5. Ухудшение памяти и мышления.
6. Ослабление воли.
7. Сонливость - как выражение охранного торможения [12].

Для того чтобы снизить утомляемость работников, необходима правильная организация рабочего места, а также перерывы каждые 2 часа, сопровождающиеся физминутками, гимнастикой для глаз и др.

4. *Превышение уровней электромагнитного излучения.* Электромагнитное поле создается магнитными катушками отклоняющей системы, находящимися около цокольной части электронно-лучевой трубки

монитора. Допустимые параметры электромагнитного поля приведены в [14]. ЭМП обладает способностью биологического, специфического и теплового воздействия на организм человека. В настоящее время разработаны документы, регламентирующие правила пользования дисплеями.

Для снижения воздействия дисплеев рекомендуется работать на дисплеях с защитными экранами и фильтрами. Среди наиболее безопасных выделяются мониторы с маркировкой Low Radiation, компьютеры с жидкокристаллическими экранами и мониторы с установленной защитой по методу замкнутого круга. Мощность экспозиционной дозы рентгеновского излучения в любой точке на расстоянии 50 мм от экрана не должна превышать 0.1 мбэр/ч. Установлено, что максимальная напряженность электрической составляющей ЭМП достигается на коже дисплея [14]. В целях снижения напряженности следует удалить пыль с поверхности монитора сухой хлопчатобумажной тканью.

Согласно [4], режим труда и отдыха при работе с ПЭВМ зависит от вида и категории трудовой деятельности. При этом виды трудовой деятельности делят на три группы:

А – работы по считыванию информации с экрана ЭВМ с предварительным запросом;

Б – работа по вводу информации;

В – творческая работа в режиме диалога с ЭВМ.

Негативное воздействие на человека компьютеров заключается в том, что к концу рабочего дня операторы ЭВМ ощущают головную боль, резь в глазах, зуд кожи лица и т. д. Со временем это приводит к мигрени, частичной потере зрения, сколиозу, кожным воспалениям. Эти заболевания не только снижают трудоспособность, но и подрывают здоровье людей.

К организационным мероприятиям по защите от действия ЭМП относятся:

1. Выбор режимов работы излучающего оборудования, обеспечивающего уровень излучения, не превышающий предельно

допустимый;

2. Ограничение времени нахождения в зоне действия ЭМП.

7.2 Экологическая безопасность

Воздействие на гидросферу и литосферу. При выполнении лабораторных и камеральных работ влияние на природную среду сводится к воздействию на гидросферу (канализационные стоки) и литосферу (твердые бытовые отходы).

Воздействие на гидросферу охарактеризовать сложно: сток незначителен и отводится в общую систему канализации.

Воздействие на литосферу оказывается твердыми бытовыми отходами (ТБО), образующимися в процессе работы: макулатура, отработанные лампы сети освещения, неисправные части компьютерной техники (при ремонте оборудования), упаковочные отходы.

Макулатура сдается на повторное использование в ООО «Чистый мир» (ул. Вершинина, 43). Отработанные лампы сдаются в салон Lumier, посреднику ОАО «Полигон» (ул. Красноармейская, 122). Неисправные части компьютерной техники сдаются в ООО «Сибирские ресурсы» (Кузовлевский тракт, 4, стр. 3). Упаковочные отходы сдаются в ОАО «Полигон». Другие виды твердых бытовых отходов (упаковка от продуктов, канцелярские принадлежности) размещаются в санкционированных местах (контейнеры для ТБО).

Лабораторные и камеральные работы не вызовут нарушения компонентов природной среды. Несущественное воздействие на компоненты природной среды связано с образованием ТБО и канализационных стоков.

7.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Здание, в котором располагается камеральное помещение по пожарной опасности относится к категории В – производства, связанные с обработкой

или применением твердых сгораемых веществ и материалов (компьютерная техника, предметы мебели).

Условия развития пожара в зданиях и сооружениях во многом определяются степенью их огнестойкости. Степенью огнестойкости называется способность здания в целом сопротивляться разрушению при пожаре. Степень огнестойкости здания зависит от возгораемости и огнестойкости основных строительных конструкций и от пределов распространения огня по этим конструкциям.

Степень огнестойкости здания II согласно [17]. Основные части зданий I, II степени огнестойкости являются несгораемыми и различаются только пределами огнестойкости строительных конструкций. В зданиях II степени максимальный предел распространения огня, составляющий 40 см, допускается только для внутренних несущих стен (перегородок).

Огнетушители предназначены для тушения загораний и пожаров в начальной стадии их развития. По виду огнегасительных веществ их подразделяют на: воздушно-пенные, химические пенные, жидкостные, углекислотные, аэрозольные и порошковые.

В настоящее время для производственных помещений предприятия основными являются углекислотные огнетушители.

При работе в рассматриваемом производственном помещении также теоретически возможен пожар, т.к. помещение оснащено электропроводкой и ЭВМ.

Учебная аудитория обеспечена следующими средствами противопожарной защиты: [12]

- 1) «План эвакуации людей при пожаре»;
- 2) Памятка соблюдения правил техники пожарной безопасности;
- 3) Системы вентиляции для отвода избыточной теплоты от ЭВМ;
- 4) Углекислотный огнетушитель;
- 5) Система автоматической противопожарной сигнализации.

В данном помещении не обнаружено предпосылок к пожароопасной ситуации. Это обеспечивается соблюдением норм при монтаже электропроводки, отсутствием электрообогревательных приборов и дефектов в розетках и выключателях.

Для предупреждения возникновения пожара необходимо соблюдать следующие правила пожарной безопасности:

- правильная эксплуатация оборудования;
- правильное содержание зданий и территорий;
- противопожарный инструктаж рабочих и служащих;
- издание инструкций, плакатов, наличие плана эвакуации;
- соблюдение противопожарных правил, норм при проектировании зданий, при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, освещения;
- правильное размещение оборудования;
- своевременный профилактический осмотр, ремонт и испытание оборудования.

Возникновение пожара при работе с ЭВМ может быть по причинам как электрического (короткое замыкание, перегрузки по току, статическое электричество), так и неэлектрического характера (халатное обращение с огнем, самовоспламенение и самовозгорание веществ).

В зданиях и сооружениях (кроме жилых домов) при одновременном нахождении на этаже более 10 человек должны быть разработаны и на видных местах вывешены планы (схемы) эвакуации людей в случае пожара, а также предусмотрена система оповещения людей о пожаре [9].

По взрывоопасности помещение относится к классу В и по пожароопасности к классу П [12]. К этому классу относятся помещения, в которых опасные состояния не имеют места при нормальной эксплуатации, а возможны только в результате аварии или неисправностей.

7.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Конструкция рабочего стола должна обеспечивать оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования с учетом его количества и конструктивных особенностей, характера выполняемой работы.

Высота рабочей поверхности стола для взрослых пользователей должна регулироваться в пределах 680 - 800 мм; при отсутствии такой возможности высота рабочей поверхности стола должна составлять 725 мм.

Рабочий стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной - не менее 500 мм, глубиной на уровне колен - не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног - не менее 650 мм.

Рабочее место пользователя ПЭВМ следует оборудовать подставкой для ног, имеющей ширину не менее 300 мм, глубину не менее 400 мм, регулировку по высоте в пределах до 150мм и по углу наклона опорной поверхности подставки до 20 градусов. Поверхность подставки должна быть рифленой и иметь по переднему краю бортик высотой 10 мм.

Клавиатуру следует располагать на поверхности стола на расстоянии 100 - 300 мм от края [22].

Режим труда и отдыха при работе с ПЭВМ. Работа за ЭВМ без перерыва не должна превышать двух часов.

Для предупреждения развития переутомления обязательными мероприятиями являются:

- проведение гимнастики для глаз через каждые 20 - 25 мин работы за ПЭВМ;
- перерывы после каждого академического часа занятий, вне зависимости от учебного процесса, длительностью не менее 15 мин;
- проведение во время перерывов сквозного проветривания помещений с ПЭВМ с обязательным выходом работающих из помещения;
- осуществление во время перерывов упражнений физической паузы в течение 3 - 4 мин [19].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для Сибири тема переработки золошлаковых материалов, металлургических отходов, отходов обогащения угля особенно актуальна. Практически вся энергетика в Сибирском федеральном округе держится на угле. Здесь расположен крупнейший угольный бассейн страны [22].

На сегодняшний день имеется вся нужная информация о свойствах золошлаков, способах их извлечения, сферах применения и переработки зол. Проведено много опытно-промышленных испытаний материалов, в составе которых присутствуют золы отходы. Многолетняя практика использования золошлаков в странах Европы, Японии, Юго-Восточной Азии подтверждает коммерческую целесообразность и рентабельность утилизации этих компонентов.

Результаты анализов показали, что шлаковый материал представленных проб по радиационному фактору относится к материалам I -ого класса (Аэфф. Класс < 370 Бк/кг) для строительных материалов и минерального сырья. Материалы I -ого класса могут быть использованы во всех видах строительства без ограничений [33].

Результаты исследований позволяют утверждать, что золы углей Северной ТЭЦ содержат весь спектр известных на сегодняшний день микросферических образований, зафиксированных в составе ЗШО. Возможность их применения в перечисленных областях производства не вызывает сомнения.

Можно сказать, о том, что получение концентрата редкоземельных минералов маловероятно традиционными методами. Подтверждено ранее проведенными исследованиями Кузнецких углей, выполненными на кафедре ГЭГХ [1].

Непосредственно сырье золоотвала №2 Северной ТЭЦ предложено использовать в качестве материала для строительства дороги Томск –Тайга, общей протяженностью 105 километров. Золошлаковый материал с золоотвала

№2 является очень полезным сырьем для дорожных покрытий, обладает всеми необходимыми свойствами для дальнейшего использования в дорожном строительстве. Данный подход использования материала позволит использовать сырье с пользой, а также решить ряд экологических проблем.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Список литературы

1. Арбузов С. И., Поцелуев А. А., Рихванов Л. П. Редкоземельные элементы и скандий в углях Аралычевского района Кузбасса // Геология и геофизика: научный журнал / Российская академия наук (РАН), Сибирское отделение (СО). — 1996. — Т. 37, № 3. — С. 68-73
2. Григорьев Н.А. Среднее содержание химических элементов в горных породах, слагающих верхнюю часть континентальной коры // Геохимия. – 2003. – № 7. – С. 785–792.
3. Делицын Л.М., Власов А.С. Необходимость новых подходов к использованию золы угольных ТЭС // Теплоэнергетика. -2010. –N 4. – С. 49-55.
4. Инструкция по изучению и оценке попутных твердых полезных ископаемых и компонентов при разведке месторождений угля и горючих сланцев. – М.: Наука, 1987. – 136с.
5. Миронов К.В. Справочник геолога-угольщика. – М.: Недра, 1991. – 363с.
6. Путилов В.Я., Демкин В.В., Преснов Г.В. Использование золошлаков ТЭС в строительном комплексе крупных городов // Энергетик. — 2000. № 6. -С. 20-23.
7. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Ценные элементы-примеси в углях. Екатеринбург: УрО РАН, 2006. – 538 с.

Нормативно-методические документы

8. ГОСТ 12.1.005–88 (с изм. №1 от 2000 г.). ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (01. 01.89).
9. Нормативные документы. ГН 2.2.5.1313-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны

10. Правила устройства электроустановок. Все действующие разделы ПУЭ-6 и ПУЭ-7. – М.: Норматика. 2014. – 464 с.
11. Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда".
12. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003 (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 6.04.03 г.).
13. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организация работы. — Введен: 30.06.2003. М.: Издательство стандартов, 2002. - 14 с.
14. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
15. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений, утв. Постановлением ГКСЭН России 01. 10. 1996 г.
16. Сборник сметных норм на геологоразведочные работы. ССН. Вып.2: Геолого-экологические работы. – М.: ВИЭМС, 1992. – 292с.
17. Сборник сметных норм на геологоразведочные работы. ССН. Вып.7– М.: ВИЭМС, 1992. – 360с.
18. СН 2.2.4/2.1.8.556–96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. – М.: Госкомсанэпиднадзор РФ, 1996.
19. СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование.
20. СНиП 23-05-95 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий.
21. Фролов А.В., Бакаева Т.Н. Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда. – Ростов на Дону: Феникс, 2008. – 750 с.

Электронные ресурсы

22. Золошлаковик отходы. Часть 2: экономическая выгода переработки // Инжиниринговый химико-технологический центр (ИХТЦ). [Электронный ресурс]-URL: <http://ect-center.com/blog/zoloshlakovie-othody-2> (дата обращения: 03.05.2017).
23. Карта Северска [Электронный ресурс]-URL: <https://www.google.ru/maps/place/Северск,+Томская+обл./@56.6221046,84.8229391,12z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x432697025471c0ed:0x741f79f981ff26bc!8m2!3d56.6192692!4d84.8816834> (дата обращения 10.02.2017).
24. Климат города Томск. [Электронный ресурс]-URL: <http://ecology-of.ru/priroda/klimat-goroda-tomsk> (дата обращения 12.04.2017).
25. Климат Томской области. [Электронный ресурс]-URL: http://trasa.ru/region/tomsкая_clim.html (дата обращения 12.04.2017).
26. Методы подсчета запасов твердых полезных ископаемых [Электронный ресурс]-URL:<http://biofile.ru/geo/15167.html> (дата обращения 02.03.2017).
27. Основы растровой электронной микроскопии. Использование РЭМ в процессе электронной литографии. // Центр коллективного пользования. "Материаловедение и диагностика в передовых технологиях". [Электронный ресурс]-URL: <https://nnc.cdu.edu.ua/wp-content/uploads/2016/09/Основы-растровой-электронной-микроскопии.pdf> (дата обращения: 27.12.2016).
28. Охрана окружающей среды / Особо охраняемая природная территория местного значения «Озерный комплекс п. Самусь» / Общие сведения [Электронный ресурс]-URL: http://www.seversknet.ru/ecology/oopt/obshie_svedenia/ (дата обращения: 10.04.2017).
29. Подсчет запасов // Студопедия. [Электронный ресурс]-URL: <http://studopedia.org/4-6334.html> (дата обращения: 08.01.2017).

30. Предварительные материалы оценки воздействия на окружающую среду намечаемой деятельности по размещению и сооружению пункта захоронения радиоактивных отходов 3 и 4 классов в районе АО «СХК» (Томская область, ЗАТО Северск). [Электронный ресурс]-URL: http://www.norao.ru/upload/pm_ovos_seversk.pdf (дата обращения 02.04.2017).
31. Северская ТЭЦ Материал из Википедии — свободной энциклопедии. [Электронный ресурс]—URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Северская_ТЭЦ (дата обращения 22.02.2017)
32. Хлопицкий А.А., Макаренко Н.П. Перспективы утилизации золошлаковых отходов тепловых электростанций // Universe: Технические науки: электрон. научн. журн. 2013. № 1 (1). URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/790> (дата обращения 08.05.2017).
33. Экологичность строительных материалов, кирпича, бетона, пенобетона, содержание радионуклидов // Strong house. [Электронный ресурс]-URL: <http://do-ma.ru/ekology.html> (дата обращения: 14.05.2017).